

答案详解

课时作业(一)

- A** [返回舱下降的位移为 $\Delta h = 1\,080\text{ m}$, 则返回舱在竖直方向上的平均速度大小约为 $v = \frac{\Delta h}{t} \approx 8.3\text{ m/s}$, 故选 A。]
- C** [研究题图甲中运动员的入水动作时, 运动员的形状和体积对所研究问题的影响不能够忽略, 此时运动员不能够视为质点, 故 A 错误; 研究题图乙中运动员的空中转体姿态时, 运动员的形状和体积对所研究问题的影响不能够忽略, 此时运动员不能够视为质点, 故 B 错误; 研究题图丙中运动员在百米比赛中的平均速度时, 运动员的形状和体积对所研究问题的影响能够忽略, 此时运动员能够视为质点, 故 C 正确; 研究题图丁中运动员通过某个攀岩支点的动作时, 运动员的形状和体积对所研究问题的影响不能够忽略, 此时运动员不能够视为质点, 故 D 错误。]
- C** [速度是描述物体运动快慢的物理量, 即物体的空间位置随时间变化的快慢, B、D 错误; 根据 x 与 t 的关系式可知, $t=0$ 时, 质点位于 $x=1\text{ m}$ 处, $t=1\text{ s}$ 时, 质点位于 $x=6\text{ m}$ 处, 因此质点在第 1 s 内的位移为 5 m, A 错误, C 正确。]
- C** [规定水平向右为正方向。根据加速度的定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 得 $a = \frac{-2-3}{0.01}\text{ m/s}^2 = -500\text{ m/s}^2$, 负号表示加速度方向与初速度方向相反, 即方向水平向左, 故 C 正确。]
- AC** [在兔子睡觉之前, 兔子和乌龟运动的时间相同, 兔子通过的路程长, 所以兔子跑得快, 即兔子在瞬时速度上有优势; 在整个过程中, 兔子和乌龟通过的路程相同, 乌龟用的时间短, 所以乌龟运动得快, 即乌龟在平均速度上有优势, 故 A、C 正确, B、D 错误。]
- D** [画出的是 $x-t$ 图像, 只能描述位移的两种方向, 则说明无人机做直线运动, 故 A 错误; $x-t$ 图像的斜率表示速度, 由各点斜率可知无人机先做加速直线运动后做减速直线运动, 故 B 错误; 无人机的平均速度大小 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 1.6\text{ m/s}$, 故 C 错误; 作图线的切线, 如图所示, 图像中作出的长实线的斜率表示 0~10 s 内无人机的平均速度, 长实线两侧一定可以找出曲线上点的切线与长实线平行, 无人机在这两个点的瞬时速度等于它的平均速度, 故 D 正确。故选 D。]
- AC** [滑块通过 A 的速度大小为 $v_A = \frac{d}{t_A} = \frac{0.01}{0.010}\text{ m/s} = 1\text{ m/s}$, 故 A 正确; 滑块通过 B 的速度大小为 $v_B = \frac{d}{t_B} = \frac{1}{0.005}\text{ cm/s} = 200\text{ cm/s}$, 故 B 错误; 滑块在 A、B 间的平均速度大小为 $\bar{v} = \frac{L}{t} = \frac{0.3}{0.200}\text{ m/s} = 1.5\text{ m/s}$, 故 C 正确, D 错误。]
- B** [设全程行驶的位移为 x , 则总时间 $t = \frac{x}{40\text{ km/h}} +$

$$\frac{x}{2} \div 60\text{ km/h} = 1\text{ h}, \text{解得 } x = 48\text{ km}, \text{故选 B。}]$$

- BC** [平均速率是路程与时间的比值, 由题图中信息不能求出 ABCDE 段轨迹的长度, 故不能求出平均速率, A 错误; 由 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可得 $\bar{v}_{AC} = \frac{\sqrt{5}}{2}\text{ m/s}$, B 正确; 所选取的过程离 A 点越近, 该过程的平均速度越接近 A 点的瞬时速度, C 正确; 物体在 B 点的速度不一定等于 AC 段的平均速度, D 错误。]
- 解析:** (1) 设球被踢出的方向为正方向, 运动员踢球时, 球的速度由 $v_0=0$ 变到 $v_1=30\text{ m/s}$, 用时 $t_1=0.1\text{ s}$
由 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 得球的平均加速度大小
$$a_1 = \frac{v_1 - v_0}{t_1} = \frac{30 - 0}{0.1}\text{ m/s}^2 = 300\text{ m/s}^2$$

(2) 接球时球的速度由 $v_1=30\text{ m/s}$ 变到 $v_2=-10\text{ m/s}$, 用时 $t_2=0.2\text{ s}$, 接球时速度的变化量为 $\Delta v_2 = v_2 - v_1 = (-10 - 30)\text{ m/s} = -40\text{ m/s}$
该过程足球的平均加速度大小为
$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{t_2} = \frac{-40}{0.2}\text{ m/s}^2 = -200\text{ m/s}^2$$

答案: (1) 300 m/s^2 (2) 接球过程足球的速度变化量为 40 m/s , 方向与初速度方向相反; 平均加速度为 200 m/s^2 , 方向与初速度方向相反

课时作业(二)

- B** [火车运动的时间为 $t = \frac{60}{70} \times 70\text{ s} = 70\text{ s}$, $v_0 = 36\text{ km/h} = 10\text{ m/s}$, 火车共行驶的距离 $x = \frac{v_0}{2} t = \frac{10}{2} \times 70\text{ m} = 350\text{ m}$, 故 A、C、D 错误, B 正确。故选 B。]
- A** [由匀变速直线运动规律 $v^2 - v_0^2 = 2ax$, 代入数据解得 $v_0 = 20\text{ m/s}$, 故 A 正确。]
- A** [设高铁最大速度为 v_m , 加速的时间为 t_1 , 减速的时间为 t_2 , 则 $\frac{v_m}{2}(t_1 + t_2) = s$, $v_m = at_1 = 2at_2$, 联立解得 $v_m = \sqrt{\frac{4as}{3}}$, 故选 A。]
- A** [设汽车匀加速运动的时间为 t_0 , 则汽车匀速运动的位移 $x_1 = at_0^2$, 由对称性可知, 汽车匀加速运动过程和匀减速运动过程的位移均为 $x = \frac{1}{2}at_0^2$, 又 $x_1 + 2x = 8x$, 联立解得 $t_0 = \frac{1}{3}t$, 所以 $x = \frac{1}{18}at^2$, A 正确。]
- C** [将运动员入水后向下运动的逆过程看成初速度为 0 的匀加速直线运动, 根据初速度为 0 的匀加速直线运动的规律可知, 连续相等的时间间隔内的位移之比为 $1:3:5:7:\dots$, 所以 $\frac{x_1}{x_2} = \frac{7}{1}$, 故 C 正确, A、B、D 错误。]
- C** [末速度为 0 的匀减速直线运动, 可逆向看成初速度为 0 的匀加速直线运动, 第 1 个 T 内、第 2 个 T 内运动的位移比例为

1:3, 可知在 AB、BC 段运动时间相同, AB 段平均速度 $v_{AB} =$

$\frac{x_{AB}}{T} = 9 \text{ m/s}$, 则 BC 段平均速度 $v_{BC} = \frac{x_{BC}}{T} = 3 \text{ m/s}$, 故选 C。

7. B [做匀变速直线运动的物体在一段时间内的平均速度等于这段时间内初、末时刻速度矢量和的一半, 且等于中间时刻的

瞬时速度。由 2 号吊杆运动到 5 号吊杆用时 t , 则有 $\frac{3d}{t} = \bar{v}_{25} =$

$\frac{v+3v}{2}$, 解得 $v = \frac{3d}{2t}$, 则加速度 $a = \frac{3v-v}{t} = \frac{3d}{t^2}$, 故选 B。

8. A [根据加速度定义式有 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 由于从 A 到 B 和从 B 到 C

速度的增加量 Δv 均为 6 m/s, 则这两过程所用时间相等, 均为

$\Delta t = \frac{\Delta v}{a}$, 根据相邻相等时间内的位移差规律有 $x_{BC} - x_{AB} =$

$a(\Delta t)^2$, 联立解得 $a = 3.6 \text{ m/s}^2$, 故选 A。

9. C [采用逆向思维由 $x = \frac{1}{2}at^2$, 可知动车第 1 节车厢最前端

从经过 5 号旅客到停下所用的时间为第 1 节车厢经过 2 号旅客

用时的 2 倍, 历时 $2t$, 故 A 错误; 动车第 1 节车厢最前端从

经过 5 号旅客到停下总位移为 $4l$, 用时 $2t$, 则平均速度为 $\bar{v} =$

$\frac{4l}{2t} = \frac{2l}{t}$, 故 B 错误; 由以上分析可知 $l = \frac{1}{2}at^2$, 则该过程动车

的加速度大小为 $a = \frac{2l}{t^2}$, 并且第 1 节车厢最前端经过 2 号旅客

时有 $v_2^2 = 2al$, 经过 5 号旅客时有 $v_5^2 = 2a \times 4l$, 解得 $v_5 = 2v_2$,

同时又有 $l = \frac{v_2}{2}t$, 所以 $v_5 = \frac{4l}{t}$, 故 C 正确, D 错误。

10. D [由 $x = (-2t^2 + 20t + 10) \text{ m}$, 结合 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2 + x_0$,

可知汽车刹车的加速度 $a = -4 \text{ m/s}^2$, 初速度 $v_0 = 20 \text{ m/s}$, 则

汽车刹车所用的时间 $t_0 = \frac{0-v_0}{a} = 5 \text{ s}$, 4 s 内汽车发生的位移

为 $x_4 = v_0t_4 + \frac{1}{2}at_4^2 = 20 \times 4 \text{ m} + \frac{1}{2} \times (-4) \times 4^2 \text{ m} = 48 \text{ m}$,

A 错误; 8 s 内汽车发生的位移等于 5 s 内的位移, $x_5 = \frac{v_0}{2}t_0$

$= \frac{20}{2} \times 5 \text{ m} = 50 \text{ m}$, B 错误; 8 s 内汽车的平均速度大小为 $\bar{v} =$

$\frac{x_5}{t_8} = \frac{50}{8} \text{ m/s} = 6.25 \text{ m/s}$, C 错误, D 正确。

11. 解析: (1) 由题意可知经过 10 s, 速度计上显示的速度为 $v_1 =$

$54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$, 由速度公式 $v = v_0 + at$ 得 $a = \frac{v-v_0}{t} = \frac{v_1}{t_1}$

$= 1.5 \text{ m/s}^2$

由位移公式得

$x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2} \times 1.5 \times 10^2 \text{ m} = 75 \text{ m}$

此时出租车离出发点的距离为 75 m。

(2) 当速度计上显示的速度为 $v_2 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$ 时, 由

$v_2^2 = 2ax_2$ 得 $x_2 = \frac{v_2^2}{2a} = 300 \text{ m}$, 设此时出租车从静止开始已经

经历的时间为 t_2 , 可根据速度公式得 $t_2 = \frac{v_2}{a} = \frac{30}{1.5} \text{ s} = 20 \text{ s}$,

此时出租车时间表示应显示 10:11:15。出租车开始做匀速运

动, 匀速运动时间 $t_3 = 80 \text{ s}$, 通过位移 $x_3 = v_2t_3 = 30 \times 80 \text{ m} =$

2 400 m, 所以 10:12:35 时, 计价器里程表应显示 $x = x_2 +$

$x_3 = (300 + 2 400) \text{ m} = 2 700 \text{ m} = 2.7 \text{ km}$ 。

答案: (1) 75 m (2) 2.7 km

课时作业(三)

1. D [月球表面是真空, 铁锤和羽毛从同一高度下落都做自由落体运动, 它们的运动完全相同, 故选 D。]

2. C [根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可得喷泉从开始喷射到落地的时间大约为 $2t = 2\sqrt{10} \text{ s}$, 故选 C。]

3. B [设两水滴之间的时间间隔为 Δt , 则第 2 滴水下落时间

t 时两滴水的距离 $\Delta h = \frac{1}{2}g(t+\Delta t)^2 - \frac{1}{2}gt^2 = g\Delta t \cdot t +$

$\frac{1}{2}g\Delta t^2$, 则随时间 t 的增加, 1、2 两水滴在下落过程中距离越

来越大, A 项错误, B 项正确; 1、2 两水滴之间的速度差 $\Delta v =$

$g(t+\Delta t) - gt = g\Delta t$, 保持不变, C 项错误; 以水滴 3 为参考

系, 因水滴的加速度均相同, 可知水滴 1 做匀速直线运动, D 项

错误。]

4. B [根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知, 在前 1 s 内、前 2 s 内、前 3 s 内的位

移大小之比是 1:4:9, 故 A 错误; 在相邻两个 1 s 内的位移之

差都是 $\Delta h = gT^2 = 10 \text{ m}$, 故 B 正确; 在第 1 s 内、第 2 s 内、第

3 s 内的位移大小之比为 1:3:5, 所以平均速度大小之比为

1:3:5, 故 C 错误; 由 $v = gt$ 可知, 在 1 s 末、2 s 末、3 s 末的速

度大小之比是 1:2:3, 故 D 错误。]

5. B [根据位移与时间的关系式 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 代入数据解得运动

员在空中运动的时间 $t = 1 \text{ s}$, 故 B 正确, A 错误; 运动员入水时

速度大小 $v = gt = 10 \text{ m/s}$, 故 C、D 错误。故选 B。]

6. D [根据位移—时间公式, 可得羽毛球上升的最大高度为 $h =$

$\frac{v_0t_1}{2} = 9 \text{ m}$, 故 A、B 错误; 羽毛球上升的加速度大小为 $a = \frac{v_0}{t_1}$

$= \frac{15}{1.2} \text{ m/s}^2 = 12.5 \text{ m/s}^2$, 设经时间 t , 速度变为 $v = 5 \text{ m/s}$, 根

据速度—时间公式有 $v = v_0 - at$, 代入数据解得 $t = 0.8 \text{ s}$, 故 C

错误, D 正确。故选 D。]

7. 解析: 由自由落体运动知识可知, $x = \frac{1}{2}gt^2$, 则 $t = \sqrt{\frac{2x}{g}}$ 。根

据最长反应时间为 0.4 s, 可得直尺的最小长度为 80 cm。由于

自由落体运动是匀变速直线运动, 所以相等时间内直尺运动的

位移不相等, 即直尺上每个时间间隔对应的长度不相等。

答案: $\sqrt{\frac{2x}{g}}$ 80 不相等

8. C [由逆向思维和初速度为 0 的匀加速直线运动比例式可知

$\frac{t_2}{t_1} = \frac{1}{2-\sqrt{3}} = 2+\sqrt{3}$, 即 $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$, 故 C 正确。]

9. A [根据竖直上抛运动的对称性可知向上抛出的小球落回到

出发点时的速度大小也是 v , 之后的运动与竖直下抛的小球运

动情况相同, 因此上抛的小球比下抛的小球多运动的时间为

$t = \frac{-v-v}{-g} = \frac{2v}{g}$, A 正确。]

10. 解析: (1) 由静止释放 P 球后, Q 球做自由落体运动, 则

$H-L-h = \frac{1}{2}gt^2$

解得 $H=55.86\text{ m}$ 。

(2)由静止释放 P 球后, P 球做自由落体运动,则

$$H-h=\frac{1}{2}g(t+\Delta t)^2$$

解得 $\Delta t=0.1\text{ s}$ 。

(3) P 球从释放到刚落地的过程中的平均速度大小 $\bar{v}=\frac{H-h}{t+\Delta t}$

解得 $\bar{v}=16.5\text{ m/s}$ 。

答案:(1)55.86 m (2)0.1 s (3)16.5 m/s

课时作业(四)

1. C [任何时刻质点的速度与位移都是唯一的, C 可能正确, A、B、D 错误。]
2. C [根据 $v-t$ 图像与坐标轴所围图形的面积表示位移, 结合题图可知 $x=\frac{(74-25)+94}{2}\times 20\text{ m}=1\,430\text{ m}$, C 正确。]
3. A [$v-t$ 图像的斜率表示加速度, $0\sim t_1$ 时间段加速度为负且恒定, 速度为正, 加速度方向与速度方向相反, 故 $0\sim t_1$, 汽车做匀减速直线运动, 故 A 正确; $t_1\sim t_2$, 汽车做匀速直线运动, 故 B 错误; $0\sim t_1$ 加速度为负, $t_2\sim t_3$ 加速度为正, 故 $0\sim t_1$ 和 $t_2\sim t_3$, 汽车加速度方向相反, 故 C 错误; $0\sim t_1$ 和 $t_2\sim t_3$, 汽车速度方向相同, 均为正, 故 D 错误。故选 A。]
4. CD [由题图可知, 兔子和乌龟均从原点出发, 但乌龟比兔子早出发 t_1 , A 错误; $x-t$ 图像中斜率表示速度, 由题图可知, 乌龟做匀速直线运动, B 错误; $x-t$ 图像中交点代表相遇, 由题图可知, 兔子和乌龟在比赛途中相遇过 2 次, C 正确; 题图中反映乌龟在 $0\sim t_6$ 时间段内运动的位移大于兔子, 所以在 $0\sim t_6$ 时间段乌龟的平均速度大于兔子的平均速度, D 正确。]
5. C [因为比赛所用标准泳池的长度为 50 m, 所以该运动员在 100 m 自由泳比赛过程中, 终点与起点在同一位置, 则该运动员最后的位移为 0, 所以该运动员的位移大小先增大后减小, 且离出发点最远处位移大小为 50 m, 只有 C 选项满足。故选 C。]
6. B [列车从静止匀加速运动时, 加速度不变, 速度 $v=at$, 位移 $x=\frac{1}{2}at^2$, 则 $a-t$ 图像是平行于时间轴的直线, $v-t$ 图像是过原点倾斜的直线, $x-t$ 图像是抛物线; 匀速运动时, 加速度为 0, 则 $a-t$ 图像与 t 轴重合, $v-t$ 图像平行于 t 轴, $x-t$ 图像是倾斜的直线; 减速过程中, 加速度为负值且恒定不变, 则 $a-t$ 图像为 t 轴下方与 t 轴平行的直线, $v-t$ 图像为斜向下倾斜的直线, $x-t$ 图像为抛物线。故选 B。]
7. AC [根据 $x-t$ 图像切线的斜率表示速度可知, $0\sim t_1$ 时间段, 图像斜率为正值且越来越大, 说明列车沿正方向做加速直线运动; $t_1\sim t_2$ 时间段图像为直线, 斜率为正值且保持不变, 说明列车沿正方向做匀速直线运动; $t_2\sim t_3$ 时间段, 斜率为正值但越来越小, 说明列车沿正方向做减速直线运动, 故 A 正确, B 错误。由上述分析可知, $0\sim t_1$ 时间段, 列车沿正方向做加速直线运动, 则加速度方向与速度方向相同, 即加速度为正方向; $t_1\sim t_2$ 时间段, 列车沿正方向做匀速直线运动, 加速度为 0; $t_2\sim t_3$ 时间段, 列车沿正方向做减速直线运动, 加速度方向与速度方向相反, 即为负方向, 故 C 正确, D 错误。故选 AC。]
8. C [根据 $v^2=v_0^2+2ax$, 因 v^2-x 图像是直线, 可知加速度 a 恒定不变, 即质点做匀加速直线运动, A 项错误; 由题图可知 $2a=1\text{ m/s}^2$, $v_0^2=1\text{ m}^2/\text{s}^2$, 解得 $a=0.5\text{ m/s}^2$, $v_0=1\text{ m/s}$, B 项错

误, C 项正确; $t=1\text{ s}$ 时, 质点的速度大小 $v=v_0+at=1\text{ m/s}+0.5\times 1\text{ m/s}=1.5\text{ m/s}$, D 项错误。]

9. D [$x-t$ 图像中某点切线的斜率表示速度, 故汽车在 P 点的速度 $v=\frac{x_1}{t_1-t_2}$, 根据匀变速直线运动中间时刻的速度等于这段时间内的平均速度, 可得 $\frac{t_1}{2}$ 时刻的速度为 $v_1=\frac{x_1}{t_1}$, 则有加速度 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v-v_1}{\frac{t_1}{2}}$, 联立解得 $a=\frac{2x_1t_2}{(t_1-t_2)t_1^2}$, 故选 D。]
10. D [题图(1)中, 初始时刻 $t=0$ 时物体的位置坐标不为 0, $t=t_1$ 时物体的位置坐标为 x_1 , 所以物体在 $0\sim t_1$ 时间段通过的位移为 $\Delta x<x_1$, 故 A 错误; 题图(2)中, $a-t$ 图像与时间轴所围的面积表示速度的变化量 Δv , 即阴影面积表示 $0\sim t_1$ 时间段物体速度的变化量, 而不是 t_1 时刻物体的速度大小, 因为不知道初速度, 所以无法确定 t_1 时刻物体的速度大小, 故 B 错误; 在 $v-t$ 图像中, 若物体做匀变速直线运动, 其平均速度为 $\bar{v}=\frac{v_0+v}{2}$, 图像为倾斜直线, 题图(3)中物体的 $v-t$ 图像是曲线, 说明物体做的不是匀变速直线运动, 所以物体在 $0\sim t_0$ 时间段的平均速度不等于 $\frac{v_0}{2}$, 故 C 错误; 由运动学公式 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$, 得 $\frac{x}{t}=v_0+\frac{1}{2}at$, $\frac{x}{t}-t$ 图像的斜率 $k=\frac{1}{2}a$, 题图(4)中图像斜率为 $k=\frac{1-0}{0-(-2)}=\frac{1}{2}\text{ m/s}^2$, 则加速度 $a=1\text{ m/s}^2$, 根据 $\Delta v=at$, 可知 $0\sim 4\text{ s}$ 时间段物体的速度变化量为 $\Delta v=1\times 4\text{ m/s}=4\text{ m/s}$, 故 D 正确。故选 D。]
11. C [由 $v-x$ 图像可知 $\frac{\Delta v}{\Delta x}=k$, 则有 $\frac{\Delta v}{\Delta x}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\cdot\frac{\Delta t}{\Delta x}=\frac{a}{v}=k$, 即 $a=k v$, 而 v 正比于 x , 可知 a 正比于位移 x 。故选 C。]

课时作业(五)

1. D [由题可知, 皮球在整个过程中做匀减速运动, 警犬做初速度为 0 的匀加速直线运动, 追上皮球时, 皮球的位移与警犬的位移大小应相等, 即 $v-t$ 图像中, 图像与坐标轴围成的面积大小相等。故选 D。]
2. D [若 $t=0$ 时刻, 甲在前、乙在后, 则乙与甲的距离将越来越大, 乙一定不能追上甲, 故 A、B 错误; 若 $t=0$ 时刻, 甲在后、乙在前, 当甲、乙的初始距离较小(小于或等于 $0\sim t_0$ 内的相对位移)时, 甲能追上乙, 反之则不能追上乙, 可知甲可能追上乙, 故 D 正确, C 错误。故选 D。]
3. BD [由题图 A 可知, 甲的速度一直大于乙的速度, 所以甲、乙在途中不可能出现船头并齐, 故 A 错误; 由题图 B 可知, 开始丙的速度大, 后来甲的速度大, $v-t$ 图像中图线与时间轴围成的面积表示位移, 由题图可以判断, 甲、丙在途中会出现位移相同的时刻, 所以甲、丙在途中会出现船头并齐, 故 B 正确; 由题图 C 可知, 丁一直运动在甲的前面, 所以甲、丁在途中不可能出现船头并齐, 故 C 错误; 题图 D 的 $s-t$ 图像中交点表示两船相遇, 所以甲、戊在途中会出现船头并齐, 故 D 正确。]
4. CD [由题图乙可知, 交接棒过程中, 接棒运动员在前, 从静止开始向前加速运动, 交棒运动员在后, 开始时交棒运动员速度大于接棒运动员速度, 二者之间的距离越来越小, 当二者速度相等时, 二者距离达到最小, 即 t_1 时刻完成交接棒动作。交接

棒完成后,接棒运动员继续加速直到达到最大速度,交棒运动员继续减速直到停下,综合分析, a 为交棒运动员, b 为接棒运动员,故A错误,C正确;根据上述可知, $0\sim t_1$ 过程中, b 在前, a 在后,二者距离越来越小,故B错误;交接棒时的速度越大,移动相同位移所需时间越短,因交接棒而损失的时间越少,对比赛成绩的影响就越小,故D正确。故选CD。

5. AB [由 $x-t$ 图像可知,图像的斜率等于速度,则甲、乙两质点是同时、同地、同向出发的,A正确;在两质点相遇前, t_1 时刻之前甲的速度大于乙的速度,在 t_1 时刻两质点速度相等,此时两质点相距最远,B正确;在 t_1 时刻两质点速度相等,则 t_2 时刻甲质点的速度小于乙质点的速度,C错误; t_3 时刻两质点位移相等,则此时甲、乙两质点相遇,D错误。]

6. AD [根据 $v-t$ 图像得 $t=2$ s 时,甲车的位移 $x_{\text{甲}}=5$ m,乙车的位移 $x_{\text{乙}}=0$,因为初始时乙车在甲车前方 5 m,故此时两车并排行驶,故A正确; $t=4$ s 时,甲车的位移 $x_{\text{甲}}=20$ m,乙车的位移 $x_{\text{乙}}=10$ m,由于初始乙车在甲车前 5 m,故此时两车不并排行驶,故B错误;由题图知,全过程中 $t=2$ s、 $t=6$ s、 $t=10$ s 时两车均并排行驶,所以全程甲、乙两车有三次并排行驶,故C错误,D正确。故选AD。]

7. D [$v-t$ 图像的斜率表示加速度,所以 $a_{\text{甲}}=-\frac{40}{20}\text{ m/s}^2=-2\text{ m/s}^2$, $a_{\text{乙}}=-\frac{30}{30}\text{ m/s}^2=-1\text{ m/s}^2$,则甲、乙的加速度大小之比为 2:1,故A错误;因为甲车在前,乙车在后,且在 10 s 之前,甲车的速度大于乙车的速度,在 10 s 之后,甲车的速度小于乙车的速度,所以在 10 s 时,两车相距最远,故B错误;根据题图可知,甲车运动的总位移为 $x_{\text{甲}}=\frac{1}{2}\times 40\times 20\text{ m}=400\text{ m}$,乙车运动的总位移为 $x_{\text{乙}}=\frac{1}{2}\times 30\times 30\text{ m}=450\text{ m}$,则两车的最小距离为 $\Delta x=x_0-(x_{\text{乙}}-x_{\text{甲}})=[60-(450-400)]\text{ m}=10\text{ m}$,则两车不可能发生碰撞,故C错误,D正确。]

8. A [由题图可知共速时轿车位移为 200 m,货车位移为 100 m,共速时的位移差为 100 m,超过初始距离 90 m,故轿车会超过货车,故A正确,B、C错误。共速前轿车速度大于货车,所以二者距离先减少,直到轿车超过货车后再增大,故D错误。]

9. 解析:(1)设经过时间 t ,甲、乙两车达到共速,此时两车之间的距离最小,则有 $v=a_1t=v_0+a_2t$
解得 $t=2\text{ s}$, $v=2\text{ m/s}$

则此过程中,甲车的位移 $x_1=\frac{0+v}{2}t=2\text{ m}$

乙车的位移 $x_2=\frac{v+v_0}{2}t=3\text{ m}$

故两车之间的最小距离 $\Delta x=x_1+x_0-x_2=4\text{ m}$ 。

(2)由于 $x_0=5\text{ m}<d$, $\Delta x=4\text{ m}>0$,乙车没有追上甲车,设经过 Δt ,二者之间的通信中断,则有

$$\frac{1}{2}a_1(\Delta t)^2+x_0-\left[v_0\cdot\Delta t+\frac{1}{2}a_2(\Delta t)^2\right]=d$$

解得 $\Delta t=(2+2\sqrt{6})\text{ s}$ (为负值的解舍去)。

答案:(1)4 m (2)(2+2 $\sqrt{6}$) s

课时作业(六)

1. 解析:(1)实验需要调节滑轮使细线与轨道平行,A正确;该实验只要使得小车加速运动即可,不需要倾斜轨道平衡阻力,B

错误;为了充分利用纸带,小车应靠近打点计时器并由静止释放,C正确;实验时应先接通电源,再释放小车,D正确。

(2)计时点 1 的读数为 2.75 cm。已知打点计时器所用交流电源的频率为 50 Hz,则打点周期 $T=0.02\text{ s}$,打计时点 2 时小车的速度大小为

$$v_2=\frac{x_{13}}{2T}=\frac{(8.65-2.75)\times 10^{-2}}{0.04}\text{ m/s}\approx 1.48\text{ m/s}。$$

答案:(1)ACD (2)2.75 1.48(1.46~1.50 均可)

2. 解析:(1)题图甲中电火花计时器所接电源的电压为 220 V。

(2)每相邻两计数点间还有四个点未画出,则相邻计数点的时间间隔为 $T=5\times 0.02\text{ s}=0.1\text{ s}$,根据匀变速直线运动中间时刻的速度等于该段过程的平均速度,则电火花计时器打 D 点时木块

$$\text{的速度大小为 } v_D=\frac{x_{\text{CE}}}{2T}=\frac{(11.50+14.51)\times 10^{-2}}{2\times 0.1}\text{ m/s}\approx$$

$$1.3\text{ m/s};\text{根据逐差法可得木块的加速度大小为 } a=\frac{x_{\text{CE}}-x_{\text{AC}}}{4T^2}=\frac{(11.50+14.51-5.47-8.48)\times 10^{-2}}{4\times 0.1^2}\text{ m/s}^2\approx 3.0\text{ m/s}^2。$$

答案:(1)220 V (2)1.3 3.0

3. 解析:(1)①主尺读数为 6 mm,游标尺读数为 $0.05\text{ mm}\times 12=0.60\text{ mm}$,最终读数为 6.60 mm。

(2)滑块通过光电门时的瞬时速度为 $v=\frac{d}{t}$,根据速度-位

移公式 $v^2=2ax$,有 $\frac{d^2}{t^2}=2ax$,整理得 $\frac{1}{t^2}=\frac{2ax}{d^2}$,根据题图丙

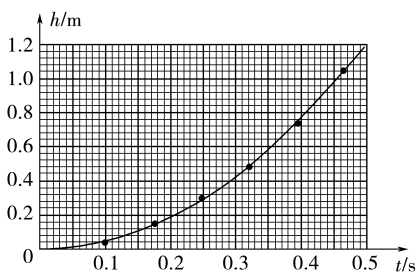
可知该图线的斜率为 $k=\frac{(2.0-1.0)\times 10^4\text{ s}^{-2}}{(0.70-0.28)\text{ m}}\approx 2.38\times 10^4\text{ m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$

根据 $k=\frac{2a}{d^2}$ 得

$$a=\frac{kd^2}{2}=\frac{2.38\times 10^4\times 6.60^2\times 10^{-6}}{2}\text{ m/s}^2\approx 0.518\text{ m/s}^2。$$

答案:(1)6.60 (2)2.38 $\times 10^4$ 0.518

4. 解析:(4)由表中数据在题图(b)中描点画图,如图所示。



(5)由绘制的 $h-t$ 图线可知,下落高度与时间成非线性关系。

(6)如果长直木条做自由落体运动,则满足 $h=\frac{1}{2}gt^2$

由 $h=4.916t^2$ (SI)

可得 $\frac{1}{2}g=4.916\text{ m/s}^2$

解得 $g=9.832\text{ m/s}^2\approx 9.83\text{ m/s}^2$ 。

答案:(4)见解析图 (5)非线性 (6)9.83

章末巩固(一)

1. A [根据匀变速直线运动的位移—时间公式有 $2L=v_0t+\frac{1}{2}at^2$,其中 $L=210\text{ m}$, $v_0=11\text{ m/s}$, $a=1\text{ m/s}^2$,代入数据解得 $t=20\text{ s}$ 或 $t=-42\text{ s}$ (舍去),故选A。]

2. B [由题图可知 $v_0 = 20 \text{ km/h} \approx 5.56 \text{ m/s}$, $v = 80 \text{ km/h} \approx 22.22 \text{ m/s}$, 所以汽车的加速度大小为 $a = \frac{v-v_0}{t} = \frac{22.22-5.56}{6} \text{ m/s}^2 \approx 2.8 \text{ m/s}^2$, 故 A 错误, B 正确; 汽车在这段时间内的位移为 $x = \frac{v_0+v}{2}t = \frac{5.56+22.22}{2} \times 6 \text{ m} \approx 83 \text{ m}$, 故 C、D 错误。故选 B。]

3. A [设月球上的重力加速度大小为 $g_{\text{月}}$, 由 $h = \frac{1}{2}g_{\text{月}}t^2$ 可知, 落地前 1 s 内位移大小 $4 \text{ m} = \frac{1}{2}g_{\text{月}}t^2 - \frac{1}{2}g_{\text{月}}(t-1)^2$, 解得 $g_{\text{月}} = 1.6 \text{ m/s}^2$, 可知 $h = \frac{1}{2}g_{\text{月}}t^2 = \frac{1}{2} \times 1.6 \times 3^2 \text{ m} = 7.2 \text{ m}$, 故选 A。]

4. C [在反应时间内, 汽车做匀速运动, 行驶距离为 $x_1 = v_0 t_1 = 10 \text{ m}$, 故 A 错误; 停止时, 末速度为 0, 则车停下来用时 $t_2 = \frac{v_0}{a} = 5 \text{ s}$, 故 B 错误; 刹车后行驶的距离 $x_2 = \frac{v_0}{2} \cdot t_2 = 50 \text{ m}$, 停止的总位移为 $x_1 + x_2 = 60 \text{ m}$, 若障碍物距离汽车 45 m, 则会发生碰撞, 故 C 正确, D 错误。]

5. AC [题中 0~2.5 s 的图像是抛物线, 2.5 s 后的图像是直线, 说明运动员先做匀加速直线运动, 后做匀速直线运动, 由运动学公式有 $x_1 = \frac{1}{2}at_1^2$, 解得 $a = 4.9 \text{ m/s}^2$, 故 A 正确, B 错误; 匀速阶段由 $x - x_1 = at_1(t - t_1)$, 其中 $x = 100 \text{ m}$, 解得 $t \approx 9.4 \text{ s}$, 故 C 正确, D 错误。故选 AC。]

6. BD [列车在加速阶段的加速度大小为 $a_1 = \frac{20}{25} \text{ m/s}^2 = 0.8 \text{ m/s}^2$, 列车在减速阶段的加速度大小为 $a_2 = \frac{20}{94-74} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$, 列车在加速和刹车阶段加速度大小不同, A 错误; 列车在加速和刹车阶段的平均速度都为 10 m/s , B 正确; 根据 $v-t$ 图像和时间轴所围面积表示位移的大小, 列车在加速和刹车阶段的位移分别是 $x_1 = \frac{1}{2} \times 25 \times 20 \text{ m} = 250 \text{ m}$, $x_2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 20 \text{ m} = 200 \text{ m}$, 列车在加速阶段的位移大于列车在刹车阶段的位移, C 错误; $v-t$ 图像中图线与时间轴围成的面积表示位移大小, $x = (74-25+94) \times 20 \times \frac{1}{2} \text{ m} = 1430 \text{ m}$, D 正确。故选 BD。]

7. AD [两车相遇时满足 $v_A t - \frac{1}{2}at^2 = v_B t + x_0$, 解得 $t = 1 \text{ s}$ 或者 $t = 7 \text{ s}$, $t = 1 \text{ s}$ 时 A 车、B 车第一次相遇, 此时 A 车速度为 $v = v_A - at = 10 \text{ m/s}$, A 车刹车时间为 $t_A = \frac{v_A}{a} = 6 \text{ s}$, 第一次相遇后 A 车运动位移为 $x_A = \frac{v^2}{2a} = 25 \text{ m}$, 则 B 车经 $t_B = \frac{25}{4} \text{ s}$ 追上 A 车。故下个时刻是 $t_2 = 1 \text{ s} + \frac{25}{4} \text{ s} = 7.25 \text{ s}$, 故选 AD。]

8. 解析: (1) 重物最好选用质量较大、体积较小的, 以减小空气阻力的影响, A 正确; 为减小摩擦阻力, 打点计时器的两个限位孔应在同一竖直线上, B 正确; 实验前, 手应提住纸带上端, 并使纸带竖直, 以减小纸带与打点计时器限位孔之间的摩擦, C 正确; 实验时, 应先接通电源, 等打点计时器打点稳定后再释放纸

带, D 错误。故选 ABC。

(2) 相邻两点间的时间间隔为 $T = \frac{1}{f} = 0.02 \text{ s}$

故打下 D 点时重物的速度大小为 $v_D = \frac{x_{CE}}{2T} = \frac{x_3 + x_4}{2T} = \frac{3.95 + 4.34}{2 \times 0.02} \times 10^{-2} \text{ m/s} \approx 2.07 \text{ m/s}$

根据逐差法可得当地加速度大小为 $g = \frac{x_3 + x_4 - x_1 - x_2}{(2T)^2} = \frac{(3.95 + 4.34 - 3.17 - 3.56) \times 10^{-2}}{4 \times 0.02^2} \text{ m/s}^2 = 9.75 \text{ m/s}^2$ 。

(3) 不考虑其他影响, 若电源实际频率小于 50 Hz, 计算时所用的频率偏大, 则计算加速度所用时间间隔 T 偏小, 根据 $g = \frac{x_3 + x_4 - x_1 - x_2}{(2T)^2}$ 可知所测重力加速度偏大。

答案: (1) ABC (2) 2.07 9.75 (3) 偏大

9. 解析: 乙车启动时, 甲、乙两车的距离为

$x_0 = v_{\text{甲}} t_0 = 10 \times 0.6 \text{ m} = 6 \text{ m}$

乙车追上甲车前, 当乙车速度等于甲车速度时, 两车距离最大, 则有 $v_{\text{乙}} = v_{\text{甲}} = at_1$

解得 $t_1 = 5 \text{ s}$

从乙车启动到两车速度相等, 发生的相对位移为

$\Delta x = x_{\text{甲}} - x_{\text{乙}} = v_{\text{甲}} t_1 - \frac{v_{\text{甲}}}{2} t_1 = \frac{v_{\text{甲}}}{2} t_1 = 25 \text{ m}$

则两车最大距离为 $\Delta x_{\text{max}} = x_0 + \Delta x = 31 \text{ m}$

设从乙车启动经过 t_2 时间乙车追上甲车, 则有

$\frac{1}{2}at_2^2 - v_{\text{甲}}t_2 = x_0$

解得 $t_2 = (5 + \sqrt{31}) \text{ s}$ 或 $t_2 = (5 - \sqrt{31}) \text{ s}$ (舍去)。

答案: 31 m $(5 + \sqrt{31}) \text{ s}$

课时作业(七)

1. D [立起的不倒翁的重心很低, 按倒不倒翁, 其重心高度升高, 故 A、B 错误; 不倒翁受到的桌面支持力是由桌面发生形变产生的, 故 C 错误; 不论不倒翁处于何种状态, 其所受重力的方向总是竖直向下, 故 D 正确。故选 D。]

2. A [题图甲中 F_1 为桌面受到的压力, 是由于书的形变对桌面产生向下的弹力, A 正确; 根据胡克定律可知, 弹簧发生弹性形变时, 弹力的大小 F 跟弹簧的形变量成正比, B 错误; 题图丙中碗对筷子的弹力应垂直该处碗的切面斜向上, 即沿接触点与碗心的连线向上, C 错误; 绳的拉力一定沿着绳且指向绳收缩的方向, D 错误。]

3. D [小球处于静止状态, 受力平衡, 故小球所受弹性杆的弹力与重力等大反向, 故 D 正确, A、B、C 错误。]

4. B [根据题意, 压缩时 $F_1 = k(L_0 - L_1)$, 伸长时 $F_2 = k(L_2 - L_0)$, 联立解得 $L_0 = \frac{F_1 L_2 + F_2 L_1}{F_1 + F_2}$, 故选 B。]

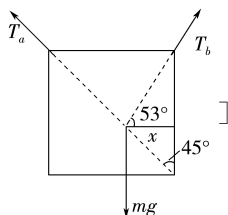
5. A [题图甲中, 以弹簧下面的小球为研究对象, 题图乙中, 以悬挂的小球为研究对象, 题图丙中, 以任一小球为研究对象。题图甲中, 小球受竖直向下的重力 mg 和弹簧向上的弹力, 二力平衡, $F_1 = mg$; 题图乙、丙中, 小球受竖直向下的重力和细线的拉力, 二力平衡, 弹簧的弹力大小均等于细线拉力的大小, 即 $F_2 = F_3 = mg$, 故三图中平衡时弹簧的弹力相等。故 A 正确。]

6. B [根据胡克定律 $F = kx$ 可知, 弹簧的弹力与弹簧的形变量成正

比,且弹簧长度的增加量与对应的弹力增加量成正比,A错误,B正确; $F-\Delta x$ 图像的斜率代表弹簧的劲度系数,则有 $k=\frac{\Delta F}{\Delta x}=\frac{20}{10 \times 10^{-2}} \text{ N/m}=200 \text{ N/m}$,C、D错误。]

7. D [当小车匀速运动时,弹簧弹力大小等于小球重力大小,此时细绳的拉力 $F_T=0$;当小车和小球向右做匀加速直线运动时,细绳的拉力不可能为0,弹簧弹力有可能为0,故D正确,A、B、C错误。]

8. D [相框的重心在两个拉力的交点处,如图,设相框的重心到BC边的距离为 x ,由几何关系有 $x+x \tan 53^\circ=L$,解得 $x=\frac{3}{7}L$,故选D。



9. BC [物体A受重力、弹簧的弹力及地面的支持力而处于平衡状态,若弹力向上,则支持力 $F_A=G_A-F_1=8 \text{ N}-4 \text{ N}=4 \text{ N}$,若弹力向下,则支持力 $F'_A=G_A+F_1=8 \text{ N}+4 \text{ N}=12 \text{ N}$ 。对整体分析,整体受重力、细线拉力及地面的支持力,若支持力为4 N,则细线拉力 $F_2=G_A+G_B-F_A=10 \text{ N}$;若支持力为12 N,则细线拉力 $F'_2=G_A+G_B-F'_A=2 \text{ N}$ 。由牛顿第三定律可知B、C正确,A、D错误。]

10. A [正六边形外接圆的半径为 $0.5d$,此时弹簧的长度为 $0.5d$,伸长量 $x=0.5d-x_0$,由胡克定律可知,每根弹簧的弹力 $F_0=kx=k(0.5d-x_0)$,两相邻弹簧的夹角为 120° ,两相邻弹簧弹力的合力 $F_\Phi=k(0.5d-x_0)$,弹簧处于平衡状态,由平衡条件可知,每个拉力大小 $F=F_\Phi=k(0.5d-x_0)$,解得 $k=\frac{2F}{d-2x_0}$,故选A。]

课时作业(八)

1. A [笔尖由a点经b点回到a点的过程,笔尖的位移为0,而该过程笔尖的路程不为0,A正确,B错误;该过程笔尖的轨迹为曲线,笔尖经过某点时的速度方向应沿轨迹的切线方向,显然两次经过a点时的速度方向不相同,C错误;该过程笔尖所受的摩擦力为滑动摩擦力,滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反,因笔尖两次经过a点时速度方向不相同,所以笔尖两次经过a点时的摩擦力方向不相同,D错误。]

2. D [对钢管受力分析,其受到重力、地面的作用力和绳子拉力,又重力和绳子拉力均沿竖直方向,钢管处于静止状态,受力平衡,所以地面的作用力也沿竖直方向,地面对钢管的支持力竖直向上,所以地面对钢管左端的摩擦力大小为0,D正确。]

3. D [根据滑动摩擦力的公式 $f=\mu N$,可知滑动摩擦力的大小与接触面积无关,只与接触面的粗糙程度和压力大小有关,由题可知三个货箱各表面材质和粗糙程度均相同,压力大小也相同,故摩擦力相同,即 $f_1=f_2=f_3$,D正确。]

4. D [由题意知沙发与地面间的滑动摩擦力大小 $f=80 \text{ N}$,则由 $f=\mu G_{\text{沙发}}$ 解得沙发与地面之间的动摩擦因数为 $\mu=\frac{80 \text{ N}}{800 \text{ N}}=0.1$,故A错误;由题意知沙发与地面间的最大静摩擦力为

96 N,所以若用90 N的水平力推这个静止的沙发,沙发不动,沙发所受的摩擦力大小与推力相等,即为90 N,故B错误;若用96 N的水平力推这个已经在运动的沙发,此时沙发所受的摩擦力为滑动摩擦力,大小为80 N,故C错误;小王盘腿坐在运动的沙发上,想使小王和沙发保持匀速直线运动,则小李的水平推力为 $F=\mu(G_{\text{小王}}+G_{\text{沙发}})=140 \text{ N}$,故D正确。]

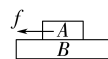
5. D [瓶子所受重力为40 N,处于静止状态,则瓶子受到的摩擦力等于重力,为40 N,选项A错误;手与瓶子间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力,大小为 $F_f=\mu F_N=0.5 \times 100 \text{ N}=50 \text{ N}$,当瓶中油的质量增大时,只要重力不超过50 N,手握瓶的力就不需增大,选项B错误;当握力再增大时,瓶子受到的重力不变,所以摩擦力不变,选项C错误;不论手握得多紧,油瓶总重不变时所受的摩擦力总等于重力,即摩擦力总是一定的,选项D正确。]

6. B [物体受到墙面的弹力 $N=F=kt$,开始时物体沿墙面竖直向下滑动,物体受到的滑动摩擦力 $f=\mu N=\mu kt$,为正比例函数;当 f 增加到大于 G 时,物体开始减速, f 继续增大;当速度减为0时,物体静止,此时摩擦力为静摩擦力,大小等于物体的重力且不再变化,故选B。]

7. C [每本书受到的摩擦力的合力与重力平衡,因为每本书的质量相等,则每本书受到的摩擦力的合力大小相等,A错误;越靠外侧,书与书之间的摩擦力越大,B错误;以这一摞书为研究对象,每只手对其最大静摩擦力为 $F_{f1}=\mu_1 F_N=60 \text{ N}$,这一摞书受力平衡,则 $2F_{f1}=n_1 mg$,解得 $n_1=60$,但书与书间的最大静摩擦力为 $F_{f2}=\mu_2 F_N=40 \text{ N}$,除了左右两侧跟手接触的两本书,以剩下的这一部分书为研究对象,由平衡条件有 $2F_{f2}=n_2 mg$,解得 $n_2=40$,加上与手接触的两本书,共42本书,C正确,D错误。]

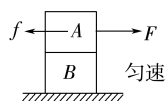
8. C [木块B与地面间的最大静摩擦力 $f_{Bm}=\mu G_B=0.20 \times 60 \text{ N}=12 \text{ N}$,木块A与地面间的最大静摩擦力 $f_{Am}=\mu G_A=0.20 \times 50 \text{ N}=10 \text{ N}$,未加 F 时,木块A、B受力平衡,所受静摩擦力等于弹簧的弹力,弹簧弹力为 $F_0=kx=400 \times 0.01 \text{ N}=4 \text{ N}$ 。施加 F 后,对木块B有 $F+F_0 < f_{Bm}$,木块B仍然静止,所受摩擦力仍为静摩擦力,弹簧长度不变,弹簧弹力不变, $F_1=F_0=4 \text{ N}$,木块B所受摩擦力大小 $f_B=F+F_0=2 \text{ N}+4 \text{ N}=6 \text{ N}$,方向水平向左,故C正确,D错误;施加2 N的力 F 之后,木块A仍然静止,所受摩擦力仍为静摩擦力,大小为 $f_A=F_1=4 \text{ N}$,方向水平向右,故A、B错误。]

9. 解析:(1)物体A受到向左的滑动摩擦力。

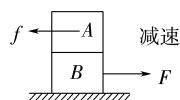


(2)物体A不受摩擦力。

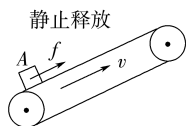
(3)物体A受到向左的静摩擦力。



(4)物体A受到向左的静摩擦力。

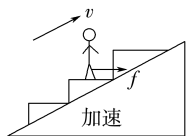


(5)物体A受到沿斜面向上的滑动摩擦力。



(6) 物体 A 不受摩擦力。

(7) 人受到水平向右的静摩擦力。



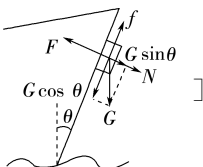
答案:见解析

课时作业(九)

1. A [两力合成时,合力范围为 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$, 故 $8 \text{ N} \leq F \leq 12 \text{ N}$, 故 8 N、10 N、12 N 是可能的合力, 6 N 不在范围内, 是不可能的合力, 故选 A。]

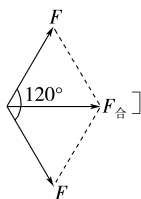
2. C [将竖直向下的 180 N 的力分解, 其中一个方向水平, 大小为 240 N, 由力的三角形定则作图如图所示, 其中 $F = 180 \text{ N}$, $F_1 = 240 \text{ N}$, 则另一个分力的大小为 $F_2 = \sqrt{180^2 + 240^2} \text{ N} = 300 \text{ N}$, 故 C 正确。]

3. C [将重力沿斜面和垂直于斜面方向分解, 如图所示, 沿斜面方向, 由平衡条件得 $f = G \cos \theta$, 故 A 错误, C 正确; 垂直于斜面方向有 $F = G \sin \theta + N$, 故 B、D 错误。]



4. A [当另两分力相互垂直时, 另一分力最小, 则有 $F_2 = F \sin 60^\circ = 5\sqrt{3} \text{ N}$, 故选 A。]

5. A [如图所示, 由力的合成的平行四边形定则, 结合数学知识知, 飞机所受阻拦索的作用力为 $F_{\text{合}} = 2F \cos 60^\circ = F$, 故选 A。]



6. A [将 F 分解为如图所示, 由图可

$$\text{知 } F_1 = \frac{F}{2 \sin \frac{\theta}{2}}, \theta \text{ 设计得较小且 } F$$

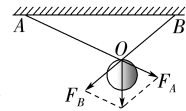
不变时, 木楔对每个木块的压力 F_1

增大, 木块对油饼的压力也会增大, 故 A 正确, B 错误; 木块与最右侧油饼不接触, 则对最右侧的油饼没有挤压作用, 故 C 错误; 由牛顿第三定律可知, 木块对油饼的压力与油饼对木块的压力等大反向, 故 D 错误。故选 A。]

7. A [每一条钢索与塔柱成 α 角, 则塔柱两侧每一对钢索对塔柱拉力的合力都沿竖直方向向下, 所以 16 对钢索对塔柱的合力大小等于 32 条钢索沿竖直向下的分力的和, 故 $F_{\text{合}} = 32F \cos \alpha$, 故 A 正确, B 错误; 合力一定, 分力间的夹角越小, 则分力越小, 若仅升高塔柱的高度, 钢索与塔柱夹角变小, 钢索

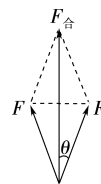
承受的拉力变小, 故 C、D 错误。]

8. B [根据力的作用效果将铁球对结点 O 的拉力分解, 如图所示, 根据平行四边形定则可得 $F_B > F_A$, 又因为两绳能承受的最大拉力相等, 故当在球内不断注入铁砂时, 绳 BO 受到的拉力先达到最大值, 绳 BO 先被拉断, 故 B 正确。]



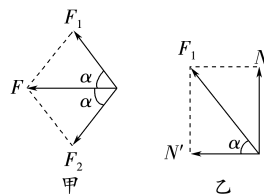
9. B [若以 O 点为坐标原点, 以 F 的方向为 x 轴正方向建立坐标系, 设 F 与 F_1 的夹角为 θ , 则 F_2 的箭头的坐标满足 $x + F_1 \cos \theta = F$, $y = -F_1 \sin \theta$, 联立化简得 $(x - F)^2 + y^2 = F_1^2$, 因保持合力 F 的大小和方向不变, 分力 F_1 的大小不变, 则使 F_1 与 F 的夹角从 0 逐渐增大到 360° 的过程中, F_2 的箭头的轨迹图形为圆, 即 B 选项符合。故选 B。]

10. B [根据胡克定律可知, 每根橡皮条的弹力 $F = k(1.5L - L) = 0.5kL$, 设此时两根橡皮条与合力的夹角为 θ , 如图所示, 根据几何关系可知 $\sin \theta = \frac{0.5L}{1.5L} = \frac{1}{3}$, 根据平行四边形定则可知, 弹丸被发射



过程中所受的最大弹力 $F_{\text{合}} = 2F \cos \theta = \frac{2\sqrt{2}}{3} kL$, 故选 B。]

11. 解析: (1) 将力 F 按作用效果沿 AB 和 AC 两个方向进行分解, 如图甲所示, 且 $F_1 = F_2$, 则有 $2F_1 \cos \alpha = F$, 则扩张机 AB 杆的弹力大小为 $F_1 = \frac{F}{2 \cos \alpha} = \frac{200}{\cos \alpha} \text{ N}$ 。



(2) 再将 F_1 按作用效果分解为 N 和 N', 如图乙所示, 则有 $N = F_1 \sin \alpha$, 联立得 $N = \frac{F \tan \alpha}{2}$, 根据几何知识可知 $\tan \alpha = \frac{l}{b} = 10$, 则 $N = 5F = 2\,000 \text{ N}$ 。

答案: (1) $\frac{200}{\cos \alpha} \text{ N}$ (2) 2 000 N

课时作业(十)

1. A [静止的受力分析: 无风: $F_1 = G$; 风动石: 力的平衡条件: 有风: $F_2 = \sqrt{G^2 + F_{\text{风}}^2}$ $\rightarrow F_2 > F_1$, A 正确]

2. B [运动员踢出的香蕉球在飞行过程中会不断旋转, 因此踢香蕉球时足球不能视为质点, A 错误; 物体的惯性大小仅与其质量有关, 足球在飞行和触网时质量不变, 因此惯性不变, B 正确; 足球在飞行时, 仅受重力和空气阻力, C 错误; 足球触网时, 足球对网的力和网对足球的力是一对相互作用力, 即两个力的大小是相等的, D 错误。]

3. C [人的质量为 m, 则人受到的重力为 $G = mg$, 故 A 错误; 人在曲面上缓慢行走, 处于平衡状态, 合力为 0, 故 B 错误; 曲面对人的作用力为 F, 由平衡条件得 $\frac{5}{6} mg + F = mg$, 解得 $F = \frac{1}{6} mg$, 根据牛顿第三定律可得, 人对曲面的作用力大小为 $F' = F = \frac{1}{6} mg$, 由于曲面不水平, 设曲面对人的支持力为 N, 摩

摩擦力为 f , 则有 $F = \sqrt{N^2 + f^2} = \frac{1}{6}mg$, 可知 $N < \frac{1}{6}mg$, 根据

牛顿第三定律可知人对曲面压力小于 $\frac{1}{6}mg$, 故 C 正确, D 错误。故选 C。

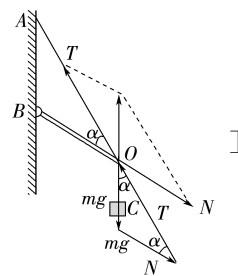
4. B [对小球 A、B 整体受力分析如图所示, 水平方向有 $F_1 \sin 30^\circ = F_2 \sin 60^\circ$ 。对小球 A、B 分别受力分析, 竖直方向上有 $F_1 \cos 30^\circ = m_A g$, $F_2 \cos 60^\circ = m_B g$, 联立上述各式可得 $\frac{m_A}{m_B} = 3$, 故选 B。]

5. A [设每个灯笼受到的水平风力为 F , 对乙分析有 $\tan \theta = \frac{F}{mg}$, 对甲、乙整体分析有 $\tan \alpha = \frac{2F}{3mg}$, 则 $\frac{\tan \alpha}{\tan \theta} = \frac{2}{3}$, 故选 A。]

6. A [如图所示, 由几何关系可得 $\triangle ABO$ 为底角为 30° 的等腰三角形, 以小球为对象受力分析可得 $N = T$, $N \cos 30^\circ + T \cos 30^\circ = mg$, 解得细绳对小球的拉力为 $T = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$, 半球对小球的支持力为 $N = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$, 故 A 正确, B 错误; 以小球和半球为整体, 根据平衡条件可得地面对半球的支持力为 $N_{\text{地}} = 4mg - T \cos 30^\circ = \frac{7}{2}mg$, 地面对半球的摩擦力为 $f_{\text{地}} = T \sin 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{6}mg$, 故 C、D 错误。故选 A。]

7. A [物块所受重力沿斜面向下的分力大小为 $G_x = mg \sin \theta = 6 \text{ N}$, $N < F = 8 \text{ N}$, 可知物块有相对于斜面向上运动的趋势, 物块所受摩擦力的方向沿斜面向下, 其大小为 $f = F - mg \sin \theta = 2 \text{ N}$, 故 A 正确; 物块处于静止状态, 其所受合力为 0, 物块受到重力、绳子的拉力、斜面的支持力和沿斜面向下的摩擦力四个力的作用, 根据平衡条件可知, 物块所受支持力和绳子拉力的合力与重力和摩擦力的合力等大反向, 物块所受支持力和绳子拉力的合力不等于重力的大小 10 N, 故 B 错误; 对斜面、滑轮与物块整体受力分析有 $N = mg + Mg + F = 38 \text{ N}$, 即地面对斜面体的支持力大小为 38 N, 故 C 错误; 由选项 C 可知, 将斜面体、滑轮与物块作为整体, 整体受到弹簧竖直向下的拉力、竖直向下的重力与竖直向上的支持力, 整体在水平方向没有受到其他作用力, 即整体相对于水平面没有运动趋势, 即地面对斜面体的摩擦力大小为 0, 故 D 错误。故选 A。]

8. A [由题意可知, 轻杆为动杆, 故产生的弹力方向沿杆, O 点受到轻绳 AO、CO 和杆 BO 的作用力而处于平衡状态, 故轻绳 AO、CO 对 O 点作用力的合力沿杆由 O 指向 B, 故 A 正确; 由题意可知, 轻杆为动杆, 故轻杆对 O 点的作用力沿杆 OB 方向, 故 B 错误; 对 O 点进行受力分析, 如图所示, 由几何关系可知力的矢量三角形为等腰三角形, 故轻绳 AO 对 O 点的拉力大小为 $T = 2mg \cos 30^\circ = \sqrt{3}mg$, BO 对 O 点的作用力 $N = mg$, 故 C 错误; 对轻杆进行受力分析可知, 轻杆 BO 对 B 点的作用力的大小等于 BO 对 O 点的作用力的大小, 即为 mg , 故 D 错误。故选 A。]



9. 解析: (1) 对甲球受力分析, 由平衡条件可得 $F \cos 45^\circ = N$, $F \sin 45^\circ = Mg$

解得 $N = Mg$, $F = \sqrt{2}Mg$ 。

(2) 设地面对乙球的支持力大小为 N' , 摩擦力大小为 f , 以整体为研究对象, 则有 $N' = mg + Mg$, $f = N = Mg$

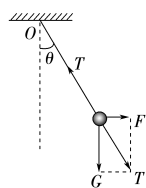
又有 $f = \mu N'$, 联立解得 $\mu = \frac{M}{M+m}$ 。

答案: (1) Mg $\sqrt{2}Mg$ (2) $\frac{M}{M+m}$

课时作业(十一)

1. B [分析可知当凹槽底部对小球支持力为 0 时, 此时拉力 F 最大, 根据平衡条件有 $2F_m \cos 45^\circ = G$, 解得 $F_m = \frac{\sqrt{2}}{2}G$, 故选 B。]

2. A [对小球进行受力分析, 如图所示。]

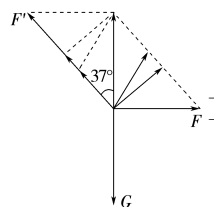


由答图可知, 小球竖直方向受力平衡, 故 $T \cos \theta - mg = 0$, 即 $T = \frac{mg}{\cos \theta}$, 可知 T 与 $\cos \theta$ 成反比关系。故选 A。]

3. B [只要保证“天工”在 30° 倾角的斜坡上不下滑, 在小于 30° 倾角的斜坡上更不会下滑, 对 30° 倾角的斜坡上的“天工”受力分析, 有 $\mu mg \cos 30^\circ \geq mg \sin 30^\circ$, 解得 $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{3}$, B 正确。]

4. C [设两条背带对肩部的作用力大小合力为 F_1 , 两条背带对书包的作用力大小为 F_2 , 背部对书包的作用力大小为 F_3 。不考虑背带与肩部的摩擦力, 则背带上各处张力相等且 F_1 与 F_2 大小相等、方向相反。分析书包受力如图, 若仅对两条背带增加相同长度, F_2 与竖直方向的夹角变小, F_2 与 F_3 的大小均变小。故选 C。]

5. C [以小球为研究对象, 分析受力, 如图所示, 根据作图法分析, 当对小球施加的力 F 与细绳垂直时, 所用的力最小, 根据平衡条件, F 的最小值 $F_{\min} = mg \sin 37^\circ = \frac{3}{5}mg$, 故选 C。]



6. D [设每个小球的质量为 m 。以整体为研究对象, 在竖直方

向有 $N=2mg$, 故将 P 环稍微向左移动少许后 N_A 不变; 以 Q 为研究对象, Q 静止时合力为 0, 没有变化, Q 受力情况如图所示, 故有 $T \cos \theta = N_B$, $T \sin \theta = mg$, 可得 $T = \frac{mg}{\cos \theta}$, 由于 P 向右移动一小段, 故 θ 增大, 所以 T 增大。而 $N_B = T \sin \theta = mg \tan \theta$, 由于 θ 增大, 所以竖杆对 Q 的弹力 N_B 增大。对整体来说, $N_B = f$, 故 P 所受的摩擦力 f 增大。故选 D。]

7. D [对衣架、横杆、衣服组成的整体受力分析, 整体所受重力与地面的支持力平衡。设整体重力为 G , 则每根斜杆受到地面的支持力 $F_N = \frac{G}{4}$, 即 θ 变化不影响支持力大小, 故 A、B 错误;

每根斜杆中的力在水平方向为 $F_x = F_N \tan \frac{\theta}{2} = G \frac{\tan \frac{\theta}{2}}{4} = f$, 随着角度 θ 缓慢减小, 则 $\tan \frac{\theta}{2}$ 减小, 摩擦力 f 也减小, 故 C 错误, D 正确。故选 D。]

8. B [小球受力如图所示。由图可知力的矢量三角形与几何三角

形 $\triangle AOC$ 相似, 则有 $\frac{mg}{R+h} =$

$$\frac{N}{R} = \frac{T}{L}, \text{解得 } N = \frac{mgR}{R+h} = 4 \text{ N},$$

$$T = \frac{mgL}{R+h} = 8 \text{ N}, \text{故 A、C 错误; 缓}$$

慢地拉轻绳使小球由 A 运动到 B, 根据 $N = \frac{mgR}{R+h}$, $T = \frac{mgL}{R+h}$, 其中 mg 、 R 、 h 均不变, L 逐渐减小, 可知 N 不变, T 变小, 故 B 正确, D 错误。故选 B。]

9. B [将拉力 F 逆时针缓慢旋转 45° 的过程中, 小球若能静止在 A 点, 根据三角形法则, 画出小球的受力变化情况, 如图甲所示, 由图甲可以看出, F 先变小后变大, 当 F 与 N 垂直时拉力最小为

$$F_{\min} = mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2} mg, N \text{ 一直减小, 根据正弦}$$

$$\text{定理可知最小值为 } \frac{N_{\min}}{\sin 45^\circ} =$$

$$\frac{mg}{\sin(180^\circ - 30^\circ - 45^\circ)}, \text{解得 } N_{\min} = (\sqrt{3} -$$

$$1)mg, \text{故 A 错误, B 正确; 将拉力 } F \text{ 顺时针缓慢旋转 } 45^\circ \text{ 的过程中, 如图乙所示, 则拉力 } F、$$

$$N \text{ 都在增大, } N \text{ 的最小值为 } N'_{\min} = \frac{mg}{\cos 30^\circ} =$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{3} mg, \text{故 C、D 错误。故选 B。}]$$

10. A [对矿石进行受力分析如图所示, 将 N 与 f 合成, 设其合力方

$$\text{向与 } N \text{ 成 } \alpha \text{ 夹角, 易知 } \tan \alpha = \frac{f}{N}$$

$$= \mu = \frac{\sqrt{3}}{3}, \text{得 } \alpha = 30^\circ, \text{分别作出}$$

N 、 N 与 f 合力的反向延长线, 可知重力与 N 的反向延长线夹角与斜面倾角相等, 即 $\beta = 15^\circ$, 由几何关系得, 过重力的下 endpoint 作 N 与 f 合力反向延长线的垂线, 即为所需的拉力最小

值, $T_{\min} = mg \sin(\alpha + \beta)$, 得 $T_{\min} = \frac{\sqrt{2}}{2} mg$ 。故选 A。]

课时作业(十二)

1. 解析: (1) 为了方便测出弹簧的长度, 刻度尺的零刻度线应与弹簧的上端对齐。

由题图乙可知, 该刻度尺的最小分度值为 1 mm, 则弹簧的长度 $L_0 = 15.05 \text{ cm}$ 。

(2) 根据胡克定律 $F = kx$ 可知, 图像的斜率表示弹簧的劲度系数, 由题图丙可得弹簧的劲度系数为 $k = \frac{\Delta F}{\Delta L} = \frac{25}{0.08} \text{ N/m} = 312.5 \text{ N/m}$ 。

(3) 当弹簧自身受到的重力相对其弹力较大时, 如果把弹簧竖直悬挂, 则越靠近悬挂点处的部位受到下面部分的拉力越大, 拉伸越明显; 越靠近下端的部位受到下面部分的拉力越小, 拉伸也就越小。故 A、C 错误, B 正确。故选 B。

答案: (1) 上端 15.05 (15.04~15.06 均可) (2) 312.5 (3) B

2. 解析: (4) 根据胡克定律可知 $mg = kx$, 可知 $x = \frac{g}{k} m$

$$\text{根据题图乙可知图像斜率 } k' = \frac{g}{k} = \frac{(12-0) \times 10^{-2}}{60 \times 10^{-3}} \text{ m/kg}$$

$$\text{解得 } k = 4.9 \text{ N/m}。$$

(5) $x-m$ 图像为过原点的直线, 则得出在弹性限度内, 橡皮筋的弹力与其伸长量成正比。

(6) 本实验求劲度系数用的是差值法, 若考虑挂钩和指针的重力, 图像斜率不变, 故本实验测得的橡皮筋的劲度系数不变。

答案: (4) 4.9 (5) 在弹性限度内, 橡皮筋的弹力与其伸长量成正比 (6) 等于

3. 解析: (1) 由表中数据可知

$$\Delta l = 10 \text{ cm} - 5.20 \text{ cm} = 4.80 \text{ cm}。$$

(2) 描点作图如图所示。

(3) 以 5 个小球整体为研究对象, 平衡时则有 $5mg = k\Delta l + 0.2 \text{ N}$, 即 $N = 25mg - 5k\Delta l$

$$\text{根据 } N-\Delta l \text{ 图线, 其斜率大小为 } 5k = \frac{5-1}{6.0-4.4} \text{ N/cm} = 2.5 \text{ N/cm}, \text{解得 } k = 0.5 \text{ N/cm}。$$

答案: (1) 4.80 (2) 见解析图 (3) 0.5

4. 解析: (1) 由胡克定律 $\Delta F = k\Delta h$ 可得, $h-F$ 图像斜率绝对值的倒数表示弹簧的劲度系数, 则有

$$k = \left| \frac{\Delta F}{\Delta h} \right| = \left| \frac{32.0-0}{(120.0-110.0) \times 10^{-2}} \right| \text{ N/m} = 320 \text{ N/m}。$$

(2) 同理可得两根相同的弹簧串联后的劲度系数

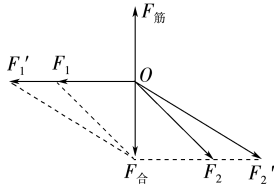
$$k_1 = \left| \frac{62.4-0}{(80.0-40.0) \times 10^{-2}} \right| \text{ N/m} = 156 \text{ N/m}$$

所以 $k_1 \approx 0.5k$ 。

(3) 当拉力大于 62.4 N 后图像弯曲, 不再成线性变化是因为弹簧的形变量超过了弹簧的弹性限度。

答案: (1) 320 (2) 0.5 (3) 弹簧的形变量超过了弹簧的弹性限度

1. 解析: (1) 橡皮条不需要与两绳夹角的平分线在同一直线上, 故 A 错误; 在使用弹簧测力计时, 要注意使弹簧测力计与木板平面平行, 这样才能使所有力在同一平面内, 减小实验的误差, 故 B 正确; 在用两个弹簧测力计同时拉细绳时, 两个弹簧测力计的读数不一定要相等, 故 C 错误; 用两个弹簧测力计同时拉橡皮条和用一个弹簧测力计拉橡皮条, 需要橡皮条沿相同方向伸长相同长度, 保证作用效果相同, 故 D 错误。故选 B。



- (2) 若保持 O 点位置不变, 则 F_1 、 F_2 的合力不变, 由平行四边形定则可知, 保持 F_1 方向不变, 大小增大, F_2 需绕 O 点逆时针转动且 F_2 的大小增大, 如图所示。

答案: (1) B (2) 逆时针 增大

2. 解析: (1) 实验中的分力与合力的关系必须满足: $|F_1 - F_2| \leq F_3 \leq |F_1 + F_2|$, 故 C、D 正确。故选 CD。

(2) 在拆下钩码和绳子前, 最重要的一个步骤是标记结点 O 的位置, 并记录 OA、OB、OC 三段绳子的方向, 从而确定三个力的大小和方向。故选 A。

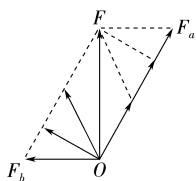
(3) F_3 的方向一定竖直向下, 由于测量误差, F_1 和 F_2 的合力方向可能偏离竖直方向, 所以甲是正确的。

答案: (1) CD (2) A (3) 甲

3. 解析: (1) 本实验采用了等效替代的物理思想, 故 A 正确; 实验时弹簧测力计必须与量角器平行且在同一竖直平面内, 故 B 正确; 连接结点 O 的三根细绳等长与否对实验无影响, 故 C 错误; 为减小实验误差, 与两弹簧测力计相连的细绳之间的夹角要适当大一点, 但不是越大越好, 故 D 错误。故选 AB。

(2) 题图乙中, F' 大小等于重物 c 的真实重力, F 是利用平行四边形定则作出的合力的理论值。

(3) 画出力的矢量三角形, 如图所示:



可知在弹簧测力计 b 旋转的过程中, 弹簧测力计 a 的示数一直减小, 弹簧测力计 b 的示数先减小后增大。

答案: (1) AB (2) F' (3) 先减小后增大

4. 解析: (3) 由题意可知, 除了要在白纸上标记结点 O 的位置和细线 OC 的方向外, 还应标出细线 OA、OB 的方向。

(4) 如果用 6.00 cm 长度的线段表示 F_1 的大小, 即

$$F_1 = k(l_1 - l_0) = 6 \text{ cm} \cdot k$$

$$\text{同理有 } F_2 = k(l_2 - l_0) = 3.96 \text{ cm} \cdot k$$

所以, 在沿 OA 方向作出力 F_2 的图示时, 应用 3.96 cm 长度的线段表示力 F_2 的大小。

(6) 改变乙的拉力 F_3 , 重复实验, 再次验证力的平行四边形定则时, 由于本实验中每一个力均可直接利用弹簧的形变量来等效替代力的大小, 所以该实验不需要保证结点 O 的位置不变。

答案: (3) 方向 (4) 3.96 (6) 不需要

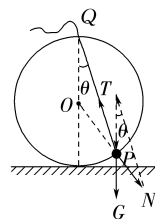
1. D [对 C 点进行受力分析可知 $F_{CO} = \frac{F_{CD}}{\sin 60^\circ} = 100 \text{ N}$, 对 O 点

进行受力分析可知 $F_{OA} = \frac{F_{CO}}{2 \cos 45^\circ} = 50\sqrt{2} \text{ N}$, 故选 D。

2. D [对小球受力分析, 并平移组成矢量三角形如图所示, 设圆环半径为 R, 由于力的矢量三角形与 $\triangle OPQ$ 相似, 可得 $\frac{G}{R} + \frac{T}{x_{PQ}} = \frac{N}{R}$, 则 $G = N$, 由几何关系可知 $T = 2G \cos \theta$ 。

另解: 也可根据 $x_{PQ} = 2R \cos \theta$ 求得 $T =$

$2G \cos \theta$, 由于 $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$, 故 D 正确。]

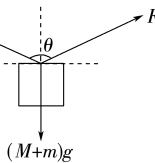


3. D [用整体法对弓和物体受力分析, 如图所示。竖直方向上由受力平衡

可得 $2F \cos \frac{\theta}{2} = (M + m)g$, 解得 $F =$

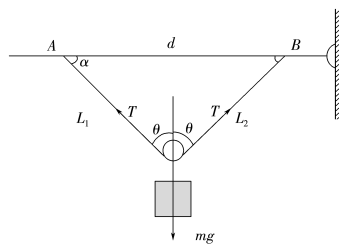
$(M + m)g$, 故 A、B 错误; 不计弓的

形变, 增加重物质量, 弦与竖直方向夹角减小, 则弦的伸长量增加, 根据胡克定律可知, 弦的张力一定增大, 故 C 错误, D 正确。故选 D。]



4. BC [依题意, 悬臂 PM 与竖直方向的夹角缓慢减小时, 混凝土板受力平衡, 有 $F = mg$, 由牛顿第三定律可知钢索受到的拉力保持不变, 故 A 错误; 对整体受力分析, 水平方向不受外力, 吊车不受地面的摩擦力, 由牛顿第三定律可知吊车对地面的摩擦力始终为 0, 故 B 正确; 钢索对定滑轮的作用力为两根钢索的合力, 悬臂 PM 与竖直方向的夹角缓慢减小过程中, 两力大小不变, 夹角变小, 所以合力逐渐变大, 即钢索对定滑轮的作用力逐渐变大, 故 C 正确; 若四条绳增加相同的长度, 由几何知识可知绳子与竖直方向夹角变小, 根据 $T \cos \theta = \frac{1}{4}mg$ 可知四条绳受到的拉力均变小, 故 D 错误。故选 BC。]

5. BC [设滑轮左端绳长为 L_1 , 右端绳长为 L_2 , AB 水平距离为 d, 由于结点为活结, 故滑轮左右端绳的拉力大小相等, 同时滑轮左端绳子及右端绳子与竖直方向的夹角相等, 假设均为 θ , 杆与 L_1 成 α 角, 于是对滑轮受力分析如图所示:



$\sin \theta = \frac{d}{L_1 + L_2} = \frac{d}{L_{\text{绳}}}$, 设绳子拉力为 T, 对滑轮受力分析可知

$T = \frac{mg}{2 \cos \theta}$, 由于绳长度不变, 当轻杆顺时针转动时, AB 水平

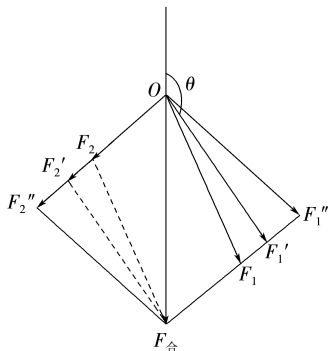
距离 d 减小, 则 θ 减小, 绳子拉力 T 也减小, 故 A 错误, B 正确; 若轻杆逆时针转动, 同上分析可得绳子拉力 T 减小, 且 α 角变大, 由平衡条件可知, 轻杆 A 所受摩擦力 $f = T \cos \alpha$, 故轻杆 A 所受摩擦力减小, 故 C 正确, D 错误。故选 BC。]

6. 解析: (1) 本实验需要用三角板来作图, 故选 C。

(2) 弹簧测力计中的弹簧应避免与其外壳接触, 以免增大误差, 故 A 正确; 若只有一个弹簧测力计, 在需要用两个弹簧测力计

互成角度将结点拉到某一位置时,可用细绳代替其中一个弹簧测力计,记录下两个拉力的方向和弹簧测力计的示数,然后将细绳和弹簧测力计拉力的方向互换,将结点拉到同一位置,再次记录下弹簧测力计的示数,这样也得到了两个拉力的大小和方向,所以只有一个弹簧测力计也可完成实验,故B错误;为使合力与分力产生相同效果,必须将结点拉到同一位置,故C错误;作力的图示时,不同实验组采用相同的标度并不能减小误差,所以不同实验组不必采用同一标度,故D错误。故选A。

(3) F_1 与 F_2 的夹角为锐角, F_2 增大、方向不变,结点 O 位置不变,即合力一定, F_1 的变化如图所示:



由图可知, F_1 先减小后增大,同时 θ 角减小,故选BC。

答案:(1)C (2)A (3)BC

7. 解析:(1) O 、 A 、 B 、 C 点处分别是四个可以向各个方向自由转动的轻质光滑铰链,则轻杆作用力方向只能沿杆,根据几何知识可知 $\triangle BOC$ 和 $\triangle ABC$ 为全等的正三角形,两三角形所在平面相互垂直,故可知 AO 杆与竖直方向夹角为 45° ,对 O 点,根据竖直方向平衡条件有 $T_{OA} \sin 45^\circ = mg$

解得 $T_{OA} = \sqrt{2}mg$

结合牛顿第三定律可知 OA 杆对墙壁的作用力大小为 $\sqrt{2}mg$ 。

(2) 对 O 点,根据水平方向平衡条件可得 OB 杆和 OC 杆的合力为 $T = T_{OA} \cos 45^\circ = mg$

根据力的分解,可知 OB 杆对 O 的作用力大小为 $T_{OB} = \frac{T}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$

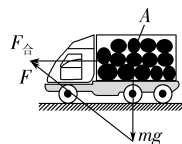
结合牛顿第三定律可知 OB 杆对墙壁的作用力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ 。

答案:(1) $\sqrt{2}mg$ (2) $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

课时作业(十四)

1. A [“米”是国际单位制中的基本单位,故A正确;“吨”是质量单位,故B错误;国际单位制中的基本单位有千克、米、秒、安培、开尔文、摩尔、坎德拉,所以节不是国际单位制中的基本单位,故C错误;在力学范围内,质量、长度和时间是三个基本量,故D错误。故选A。]
2. B [小车停止前,两个小球和小车一起做匀速直线运动,并且两个小球和小车具有共同的速度,当小车突然停止时,由于小球在小车光滑表面上,因此两个小球由于惯性,还要保持原来大小不变的速度做匀速直线运动,又因为两个小球的速度相同,相同时间内通过的位移相同,因此两个小球间的距离不变,一定不会相碰,B正确,A、C、D错误。]

3. A [由题意可得,质量为 m 的西瓜A所受总合外力向左,因为还受到竖直向下的重力,可得与其他西瓜对它的作用力的合力 F 之间的关系如图所示,由三角形知识以及牛顿第二定律可得 $F = \sqrt{(mg)^2 + F_{\text{合}}^2} = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} = m\sqrt{g^2 + a^2}$,且 F 的方向向左偏上,故A正确,B、C、D错误。]



4. B [据牛顿第二定律可得 $F \cos \omega t = ma$,即 $a = \frac{F}{m} \cos \omega t$,故选B。]

5. A [根据题意,由牛顿第二定律有 $F - mg = ma$,代入数据解得 $a = \frac{6 \times 10^6 - 5 \times 10^6}{5 \times 10^5} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$,故选A。]

6. A [不论鸡蛋向哪个方向匀速运动均属于平衡状态,根据二力平衡可知 $F = G$,故A正确,B错误;若鸡蛋速度改变,即鸡蛋有加速度,根据牛顿第二定律可知合外力与加速度方向一致,则鸡蛋向下加速运动时 $F < G$,鸡蛋向上加速运动时 $F > G$,故C、D错误。故选A。]

7. CD [选手和楠竹在水里减速滑行,速度在变化,根据牛顿第二定律可知合力不为0,故A错误;楠竹在水平方向有加速度,楠竹在竖直方向受重力,水平方向受摩擦力,所以选手对楠竹作用力的方向不是竖直向下,故B错误;手持划竿可使选手(含划竿)的重心下移,重心越低,人越稳定,更易保持平衡,故C正确;对选手进行受力分析,其水平方向受到楠竹的静摩擦力,竖直方向受到自身重力和楠竹的支持力,竖直方向受力平衡,则选手受到楠竹作用力的方向与选手(含划竿)的重心在同一竖直平面内,D正确。故D正确。故选CD。]

8. A [剪断细绳瞬间,两个弹簧的弹力不变,均为 mg ,可知A、B的加速度仍为0;对木箱分析可知 $mg + mg + 2mg = 2ma$,解得 $a = 2g$,故选A。]

9. BD [通过观察发现,绳对扶手的拉力指向右上方,说明水平方向扶手受到的合外力向右,则列车的加速度也向右,故A错误,B正确;对扶手,根据牛顿第二定律有 $mg \tan \alpha = ma$,解得 $a = g \tan \alpha$,故C错误,D正确。故选BD。]

10. AC [对甲、乙整体进行受力分析可知, L_1 的拉力大小为 $T_1 = (m + 2m)g \tan 53^\circ = 4mg$, L_2 的拉力大小为 $T_2 = \frac{3mg}{\cos 53^\circ} = 5mg$,A正确,B错误;若剪断 L_1 ,该瞬间弹簧的弹力不变,则小球乙受到的合外力仍为0,加速度为0,对甲分析,由牛顿第二定律可知加速度为 $a = \frac{3mg \sin 53^\circ}{m} = 2.4g$,故C正确,D错误。故选AC。]

11. BC [对水平面上的物体根据牛顿第二定律有 $F - \mu mg = ma$,整理得 $F = ma + \mu mg$,则 F - a 图像中图线的斜率 $k = m$,截距为 μmg ,由题图可知 $k_{\text{甲}} > k_{\text{乙}}$,则 $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$,A错误,B正确;由题图可知两图线的截距相同,则 $\mu_{\text{甲}} m_{\text{甲}} g = \mu_{\text{乙}} m_{\text{乙}} g$,因为 $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$,所以 $\mu_{\text{甲}} < \mu_{\text{乙}}$,C正确,D错误。]

课时作业(十五)

1. B [感觉“最轻”是指货物对手的压力最小,由牛顿第二定律可知,当电梯向上减速时,加速度向下,货物失重,此时货物对手的压力最小,由题图可知为 $t_3 \sim t_4$ 阶段。故选B。]
2. B [该同学所受支持物的弹力大于本身的重力,为超重现象,加速度方向竖直向上。故选B。]

3. A [球2匀减速直线运动到停下的过程,可以看作反向匀加速直线运动,可得 $L = \frac{1}{2}at^2$,根据牛顿第二定律可得 $\mu mg = ma$,

解得 $t = \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}$,故选 A。]

4. B [根据牛顿第二定律有 $a = \frac{f}{m} = kg$,根据运动学公式有 $2ax = v_0^2$,联立解得 $x = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2kg}$,故选 B。]

5. C [由题意可知,物体 A 不受空气阻力,只受重力,做竖直上抛运动,则有 $t_A = \frac{v_0}{g}$,物体 B 受空气阻力,在其上升阶段,根据牛顿第二定律有 $mg + f = ma$,解得 $a = g + \frac{f}{m}$,由于物体 B 所受阻力随着速度减小而减小,故物体 B 的加速度逐渐减小至最小值 g ,由于物体 B 上升过程中的加速度大于重力加速度 g ,且物体 A、B 二者初速度相同,所以 $t_A > t_B$,故选 C。]

6. A [设弦与竖直方向夹角为 θ ,球的半径为 R ,由小环沿弦做匀加速运动有 $2R \cos \theta = \frac{1}{2}g \cos \theta t^2$,解得运动时间为 $t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$,与弦和竖直方向的夹角无关,所以小环运动到最低点的时间相等,故 A 正确。]

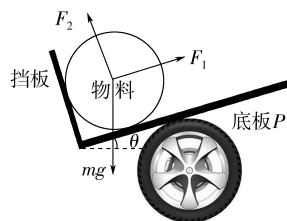
7. C [电梯做匀速直线运动时,弹簧测力计的示数为 10 N,此时拉力等于重力,则重物所受重力等于 10 N。当弹簧测力计的示数变为 8 N 时,对重物有 $mg - F = ma$,代入数据解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$,则电梯的加速度大小为 2 m/s^2 ,方向竖直向下,电梯可能向下做加速运动,也可能向上做减速运动,故 C 正确, A、B、D 错误。]

8. A [传感器示数 $T = 1200 \text{ N}$,设此时弹性轻绳的弹力大小为 F ,由平衡条件有 $F = T + mg$,解得 $F = 1800 \text{ N}$,打开扣环瞬间,由牛顿第二定律有 $F - mg = ma$,解得 $a = 20 \text{ m/s}^2$,A 正确;球从 A 到 B 过程,弹性轻绳的拉力大于球的重力,随着球向上运动,弹性轻绳的伸长量减小,弹性轻绳的弹力减小,球所受的合力减小,加速度减小,到达 B 点时弹性轻绳的弹力与球的重力大小相等,合力为 0,故从 A 到 B 过程,球做加速度不断减小的加速运动, B、C 错误;在 B 点时速度最大,在 C 点时速度为 0,可知 B 到 C 过程,球做减速运动,加速度向下,故球在 C 点处于失重状态, D 错误。故选 A。]

9. 解析: (1) 由题意可知加速运动结束时的速度 $v = a_1 t_1 = 4 \text{ m/s}$

则初始时空车到物料堆的距离 $x = \frac{v}{2}t_1 + \frac{v}{2}t_2$,联立解得 $x = 24 \text{ m}$ 。

(2) 物料受力情况如图所示:



对物料,由牛顿第二定律有 $F_2 \sin \theta - F_1 \cos \theta = ma_2$

竖直方向有 $F_2 \cos \theta + F_1 \sin \theta = mg$

联立解得 $F_2 = 163 \text{ N}$

则底板 P 对物料支持力的大小为 163 N。

答案: (1) 24 m (2) 163 N

课时作业(十六)

1. 解析: (1) 相邻计数点间的时间间隔 $T = 0.1 \text{ s}$, 打计数点 3 时的

速度 $v_3 = \frac{x_{24}}{2T} = \frac{(16.70 - 8.90) \times 10^{-2}}{0.2} \text{ m/s} = 0.390 \text{ m/s}$ 。

(2) 平衡摩擦力时满足 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$, 两边质量消掉, 改变小车质量时不需要重新平衡摩擦力, 选项 A 错误; 电火花打点计时器需要接 220 V 的交流电源, 选项 B 错误; 调节滑轮高度, 使牵引小车的细线跟长木板保持平行, 选项 C 正确; 小车应尽量靠近打点计时器, 并应该先接通电源后释放小车, 以充分利用纸带, 选项 D 正确。故选 CD。

(3) 遮光条宽度 $d = 10 \text{ mm} + 0.05 \text{ mm} \times 0 = 10.00 \text{ mm}$, 经过两光电门时的速度分别为 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$, $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$, 根据 $v_2^2 - v_1^2 = 2ax$,

解得 $a = \frac{d^2}{2x} \left(\frac{1}{\Delta t_2^2} - \frac{1}{\Delta t_1^2} \right)$ 。

答案: (1) 0.390 (0.390 ~ 0.392 均可) (2) CD (3) 10.00

$\frac{d^2}{2x} \left(\frac{1}{\Delta t_2^2} - \frac{1}{\Delta t_1^2} \right)$

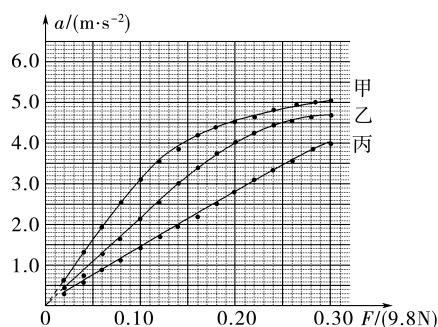
2. 解析: (1) 平衡阻力的原理是调整轨道的倾斜度, 使小车重力沿斜面向下的分力来平衡小车运动时打点计时器对小车(含纸带)的阻力及其他阻力, 故平衡阻力的方法应是调整轨道的倾斜度, 使小车在不受牵引时能拖动纸带沿轨道匀速运动, c 正确。

(2) ①由题图丙的 $a-t$ 图像可知 $t = 4 \text{ s}$ 时, 物体的加速度取负值, 又竖直向上为正方向, 则 $t = 4 \text{ s}$ 时物体的加速度竖直向下, 则物体处于失重状态。②以竖直向上为正方向, 对物体进行受力分析, 由牛顿第二定律可得 $F_N - mg = ma$, 变形得 $a = \frac{1}{m}F_N - g$, 则 $a-F_N$ 图像的斜率为 $\frac{1}{m}$, 纵截距为 $-g$, 若将物体的质量增大一倍, 重新进行实验, 则 $a-F_N$ 图像的斜率变为原来的 $\frac{1}{2}$, 纵截距不变, 又原来的 $a-F_N$ 图像为题图丁中的图线 a, 则对比题图丁中的其他图线可知重新进行实验后的 $a-F_N$ 图像为题图丁中的图线 d。

答案: (1) c (2) ①失重 ② d

3. 解析: (4) 对题图(b)分析可知, 与图线甲相比, 图线乙的线性区间较大, 非线性区间较小。

(5) 在坐标系中进行描点, 结合其他点用平滑的曲线拟合, 使尽可能多的点在线上, 不在线上的点均匀分布在线的两侧, 如图所示。



(6) 对钩码根据牛顿第二定律有 $F - T = ma$, 对小车根据牛顿

第二定律有 $T=Ma$, 联立解得 $F=(M+m)a$, 变形得 $a=\frac{1}{M+m}F$, 当 $m \ll M$ 时, 可认为 $m+M \approx M$, 则 $a=\frac{1}{M}F$, 即 a 与 F 成正比。

答案: (4) 较大 较小 (5) 图见解析 (6) 远大于钩码的质量 见解析

课时作业(十七)

1. A [以空间站和飞船为整体, 根据牛顿第二定律有 $F=(M+m)a$, 对空间站有 $F_N=Ma$, 解得飞船和空间站间的作用力大小 $F_N=\frac{M}{M+m}F$, A 正确, B、C、D 错误。]

2. C [以乒乓球为研究对象, 根据牛顿第二定律可得 $mg-f=ma$, 由于乒乓球受到的空气阻力随速度增大而增大, 可知乒乓球静止释放后做加速度逐渐减小的加速运动, B 错误; 由于速度增大, 所以 $x-t$ 图像的切线斜率逐渐增大, A 错误; 由于加速度逐渐减小, 所以 $v-t$ 图像的切线斜率逐渐减小, C 正确, D 错误。故选 C。]

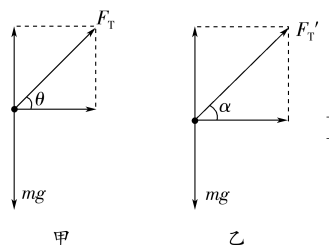
3. C [整体法: $F_m=2ma_m$
单独分析左侧物块: $T_m=ma_m$ } $F_m=2T_m=4\text{ N}$, C 正确, A、B、D 错误。]

4. BD [设每节车厢重力为 G , 当火车匀速直线运动时, $T_1=F_{\text{II}}=k \times 3G$, $T_2=F_{\text{I2}}=k \times 2G$, $T_3=F_{\text{I3}}=k \times G$, 得 $T_1:T_2:T_3=3:2:1$, 故 A 错误, B 正确; 当火车匀加速直线运动时, $T_1-F_{\text{II}}=T_1-k \times 3G=3ma$, $T_2-F_{\text{I2}}=T_2-k \times 2G=2ma$, $T_3-F_{\text{I3}}=T_3-k \times G=ma$, 得 $T_1:T_2:T_3=3:2:1$, 故 C 错误, D 正确。故选 BD。]

5. A [假设物块 P 静止时弹簧的压缩量为 x_0 , 则由力的平衡条件可知 $kx_0=mg$, 在弹簧恢复原长前, 当物块 P 向上做匀加速直线运动时, 由牛顿第二定律得 $F+k(x_0-x)-mg=ma$, 由以上两式解得 $F=kx+ma$, 显然 F 和 x 为一次函数关系, 且在 F 轴上有截距, A 正确, B、C、D 错误。]

6. BC [由题意可知, 当物体放在 B 盒中时, B 盒加速度竖直向下, 当物体放在 A 盒中时, B 盒加速度竖直向上。当物体放在 B 盒中时, 根据牛顿第二定律, 以 A 盒为研究对象, 有 $T-mg \sin 30^\circ=ma$, 以 B 盒和 B 盒内的物体整体为研究对象, 有 $(m_B g + \frac{1}{2}mg) - T = (m_B + \frac{1}{2}m)a$; 当物体放在 A 盒中时, 根据牛顿第二定律, 以 A 盒和 A 盒内的物体整体为研究对象, 有 $(m + \frac{1}{2}m)g \sin 30^\circ - T' = (m + \frac{1}{2}m)a$, 以 B 盒为研究对象, 有 $T' - m_B g = m_B a$; 联立解得 $m_B = \frac{3m}{8}$, 加速度的大小为 $a=0.2g$ 。故 A、D 错误, B、C 正确。]

7. A [当滑块向右运动的加速度为某一临界值时, 斜面对小球的支持力恰好为 0, 此时小球受到重力和细线的拉力的作用, 如图甲所示。根据牛顿第二定律有 $F_T \cos \theta = ma_0$, $F_T \sin \theta - mg = 0$, 其中 $\theta=45^\circ$, 解得 $a_0=g$, 则可知当滑块向右运动的加速度 $a=2g$ 时, 小球已“飘”起来了, 此时小球受力如图乙所示, 则有 $F'_T \cos \alpha = m \cdot 2g$, $F'_T \sin \alpha - mg = 0$, 又 $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$, 联立解得 $F'_T = 10\text{ N}$, 故 A 正确。



8. B [由 F_A-t 与 F_B-t 图像可得 $F_A=(8-2t)\text{ N}$, $F_B=(2+2t)\text{ N}$, 则 $t=0$ 时, 可知 $F_{A0}=8\text{ N}$, $F_{B0}=2\text{ N}$, 由牛顿第二定律可知 $a_A > a_B$, 所以二者不会分开, A、B 两物体共同的加速度为 $a=\frac{F_{A0}+F_{B0}}{m_A+m_B}=1\text{ m/s}^2$, 设此时 A、B 之间的相互作用力为 F , 对 B, 根据牛顿第二定律可得 $F+F_{B0}=m_B a$, 解得 $F=2\text{ N}$, 故 A、C 错误; 当二者之间的相互作用力恰好为 0 时开始分离, 此时的加速度相同, 则有 $\frac{F_B}{m_B}=\frac{F_A}{m_A}$, 即 $\frac{2+2t}{4}\text{ m/s}^2=\frac{8-2t}{6}\text{ m/s}^2$, 解得 $t=1\text{ s}$, 开始分离时的速度为 $v=at=1\text{ m/s}$, 故 B 正确, D 错误。]

9. 解析: (1) 根据 $L=v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

代入数据解得 $a=2\text{ m/s}^2$ 。

(2) 根据牛顿第二定律有 $F-mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$

代入数据解得 $\mu=0.5$ 。

(3) 设 F 与斜面夹角为 α

平行斜面方向有 $F \cos \alpha - mg \sin \theta - \mu N = ma$

垂直斜面方向有 $N + F \sin \alpha = mg \cos \theta$

联立解得

$$F = \frac{ma + mg(\sin \theta + \mu \cos \theta)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} = \frac{ma + mg(\sin \theta + \mu \cos \theta)}{\sqrt{\mu^2 + 1} \sin(\varphi + \alpha)}$$

当 $\sin(\varphi + \alpha) = 1$ 时, F 有最小值 $F_{\min}$, 代入数据解得 $F_{\min} =$

$$\frac{12\sqrt{5}}{5}\text{ N}.$$

答案: (1) 2 m/s^2 (2) 0.5 (3) $\frac{12\sqrt{5}}{5}\text{ N}$

课时作业(十八)

1. D [依题意, 根据牛顿第二定律分析可知, m 能够提供给 M 最大加速度时, 二者间的静摩擦力达到最大值, 即 $\mu mg = Ma$, 对系统有 $F=(m+M)a$, 解得 $F=\frac{\mu(M+m)mg}{M}$, 故选 D。]

2. A [对木块施加水平方向上与运动方向相反的恒力后, 根据牛顿第二定律, 对小车分析有 $F - \mu_1(M+m)g - \mu_2 mg = Ma$, 对木块分析有 $\mu_2 mg - F_0 = ma_{\text{木块}}$, 当 $a_{\text{木块}} < a_{\text{小车}}$ 时木块能从小车上滑离, 联立解得 $F_0 > \frac{5}{4}\text{ N}$, 故选 A。]

3. BC [设传送带的倾角为 θ , 小滑块与传送带间的动摩擦因数为 μ , 若 $mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta$, 小滑块所受合力沿传送带向下, 小滑块向下做匀加速运动; 若 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$, 小滑块沿传送带方向所受合力为 0, 小滑块匀速下滑; 若 $mg \sin \theta < \mu mg \cos \theta$, 小滑块所受合力沿传送带向上, 小滑块做匀减速运动, 当速度减为 0 时, 开始反向加速, 当加速到与传送带速度相同时, 因为最大静摩擦力大于小滑块的重力沿传送带向下的分力, 故小滑块随传送带做匀速运动。故 A、D 错误, B、C 正确。]

4. A [因 $\mu < \tan \theta$, 可得 $mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta$, 所以滑块由 A 点释放后沿传送带向下匀加速运动, 所受摩擦力沿传送带向上,

滑块经过 B 点后在水平传送带上运动,再次返回到 B 点时速度小于或等于 v ,然后沿倾斜传送带向上匀减速运动,所受摩擦力沿传送带向上,速度减小到 0 后重复之前的过程,所以滑块在倾斜传送带上运动时,向上运动和向下运动受力情况均相同,加速度也相同,故 A 正确;若滑块第一次到达 B 点时的速度小于或等于 v ,则滑块第二次到达 B 点时的速度与第一次到达 B 点时的速度大小相等,因滑块在倾斜传送带上向上运动和向下运动时的加速度相同,所以滑块上滑的最高点仍为 A 点;若滑块第一次到达 B 点时的速度大于 v ,则滑块第二次到达 B 点时的速度大小等于 v ,滑块上滑的最高点将比 A 点低,所以滑块不一定能回到 A 点,故 B、D 错误;由以上分析可知,滑块将在 B 点两侧来回运动,不会停止运动,故 C 错误。故选 A。

5. D [初始时,根据牛顿第二定律有 $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$,开始阶段 b 的加速度大于 a, b 达到传送带速度后,由于 $\tan \theta < \mu$,则 b 和传送带保持相对静止; a 达到传送带速度后,有 $mg \sin \theta - \mu_a mg \cos \theta = ma_2$,可知 a 继续加速,木块 a、b 与传送带运动的 $v-t$ 图像如图所示,则 a、b 间距离先减小, a 达到传送带速度时,距离最近,再往后, a、b 间距离又逐渐变大。故选 D。]

6. BD [根据题图乙可知,在 t_2 以后滑块 Q 受到的摩擦力不变,为 $f_1 = 8 \text{ N}$,根据滑动摩擦力的计算公式可得 $f_1 = \mu_1 mg$,解得滑块 Q 与木板 P 间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.4$,选项 B 正确; t_1 时刻开始一起滑动,则 $f_2 = \mu_2 \cdot 2mg = 4 \text{ N}$,解得 $\mu_2 = 0.1$,选项 A 错误; t_2 时刻二者发生相对运动时,设加速度大小为 a ,对木板 P 根据牛顿第二定律可得 $a = \frac{\mu_1 mg - 2 \cdot \mu_2 mg}{m} = 2 \text{ m/s}^2$,对滑块 Q 有 $F - \mu_1 mg = ma$,解得 $F = 12 \text{ N}$,根据 $F = 0.6t \text{ (N)}$ 可知题图乙中 $t_2 = 20 \text{ s}$,选项 C 错误; t_2 时刻以后,木板 P 受力不变,加速度不变,则木板 P 的最大加速度为 2 m/s^2 ,选项 D 正确。]

7. 解析: (1) $v-t$ 图像中,图线斜率的绝对值表示加速度大小,根据题图乙可知, $0 \sim 2 \text{ s}$ 滑块 Q 的加速度大小

$$a_1 = \frac{12-4}{2} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$$

$$0 \sim 2 \text{ s} \text{ 木板 P 的加速度大小 } a_2 = \frac{4}{2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{两物体一起做匀减速直线运动的加速度大小 } a_3 = \frac{4}{6-2} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2.$$

$$(2) v-t \text{ 图像中,图线与时间轴所围几何图形的面积表示位移,则滑块 Q 运动的总位移 } x = \frac{12 \times 2}{2} \text{ m} + \frac{4 \times 6}{2} \text{ m} = 24 \text{ m}.$$

$$(3) 0 \sim 2 \text{ s 对滑块 Q 分析有 } \mu_1 mg = ma_1$$

$$0 \sim 2 \text{ s 对木板 P 分析有 } \mu_1 mg + F - \mu_2 (mg + Mg) = Ma_2$$

$$\text{两物体一起做匀减速直线运动时,对 PQ 整体分析有 } \mu_2 (m + M)g = (m + M)a_3$$

$$\text{联立并代入数据解得 } F = 9 \text{ N}.$$

$$\text{答案: (1) } 4 \text{ m/s}^2 \quad 2 \text{ m/s}^2 \quad 1 \text{ m/s}^2 \quad (2) 24 \text{ m} \quad (3) 9 \text{ N}$$

章末巩固(三)

1. B [运动员跑的总长度为 400 m ,长度是国际单位制中的基本物理量,故 A 错误;男子 400 米 世界纪录是 43.03 秒 ,秒是国际

单位制中的基本单位,故 B 正确;运动员的平均速率接近 10 m/s ,根据 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可知,米每秒是国际单位制中的导出单位,故 C 错误;运动员蹬地的爆发力能够达到 2000 N ,根据 $F = ma$ 可知,力是国际单位制中的导出物理量,故 D 错误。故选 B。]

2. A [由题意可知加速度 a 越来越大,设斜面倾角为 θ ,当货车向右减速运动时有 $F_2 \cos \theta = mg$, $F_1 - F_2 \sin \theta = ma$,可解得 $F_2 = \frac{mg}{\cos \theta}$, $F_1 = mg \tan \theta + ma$,所以 F_2 始终不变, F_1 逐渐增大。故选 A。]

3. B [设木板与地面间的倾角为 θ ,则有 $\sin \theta = \frac{1.2}{2} = 0.6$, $\cos \theta = \frac{\sqrt{2^2 - 1.2^2}}{2} = 0.8$,根据牛顿第二定律可得 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$,解得加速度大小为 $a = 4 \text{ m/s}^2$,根据运动学公式可得 $x = \frac{1}{2} at^2$,解得所用时间为 $t = \sqrt{\frac{2 \times 2}{4}} \text{ s} = 1 \text{ s}$,故选 B。]

4. A [设每节动力车厢的牵引力为 F ,所受摩擦力与空气阻力为 f ,对整体,根据牛顿第二定律有 $4F - 8f = 8ma$,对第一节车厢,根据牛顿第二定律得 $F_{12} - f = ma$,对最后三节车厢,根据牛顿第二定律得 $F_{56} + 2F - 3f = 3ma$,解得 $\frac{F_{12}}{F_{56}} = 1$,故选 A。]

5. C [初始时物块处于静止状态,沿斜面方向有 $F_{\text{弹}} = mg \sin 30^\circ$,当沿斜面向上的拉力 F 作用在物块上时物块开始向上做匀加速运动,设加速度为 a ,当 $x = 0$ 时 $F_1 = 10 \text{ N}$,根据牛顿第二定律有 $F_1 + F_{\text{弹}} - mg \sin 30^\circ = ma$,当 $x = 2 \text{ cm}$ 时, $F_2 = 15 \text{ N}$,且之后拉力大小不变,说明当 $x = 2 \text{ cm}$ 时物块与弹簧分离,根据牛顿第二定律有 $F_2 - mg \sin 30^\circ = ma$,联立解得 $m = 1 \text{ kg}$, $a = 10 \text{ m/s}^2$, $F_{\text{弹}} = 5 \text{ N}$,故 A、D 错误, C 正确;由题图乙可知物块向上运动 2 cm 后弹力为 0,说明初始时弹簧的压缩量为 $x = 2 \text{ cm}$,根据胡克定律有 $F_{\text{弹}} = 5 \text{ N} = kx$,解得 $k = 250 \text{ N/m}$,故 B 错误。故选 C。]

6. BD [v_y-t 图像的斜率表示竖直方向的加速度,由题图可知第一次斜率更大,即 $0 \sim t_a$ 过程中子弹沿竖直方向的平均加速度比 $0 \sim t_b$ 过程的大,故 B 正确,根据 $2ax = v^2$,由于 a、b 两点对应的竖直方向的速度大小均为 v_{y1} ,可知 $0 \sim t_a$ 过程中子弹沿竖直方向的位移比 $0 \sim t_b$ 过程的小,故 A 错误;根据受力分析可知,在竖直方向有 $mg - f_y = ma_y$,由题图知: t_a 时刻子弹竖直方向的加速度大于 t_b 时刻子弹竖直方向的加速度,所以可知 t_a 时刻子弹所受合力沿竖直方向的分力比 t_b 时刻的大,故 C 错误; t_a 时刻子弹所受阻力沿竖直方向的分力比 t_b 时刻的小,故 D 正确。故选 BD。]

7. BD [设 1 号到 A 总的物块数为 n_1 , B 到 n 号总的物块数为 n_2 ,加速向上运动时有 $F - n_2 mg \sin \theta - \mu n_2 mg \cos \theta = n_2 m \times \frac{1}{5} g$,加速向下运动时有 $F + n_1 mg \sin \theta - \mu n_1 mg \cos \theta = n_1 m \times \frac{7}{5} g$,联立代入数据解得 $n_1 = n_2$,故物块的个数可能为 6 或 8 个。故选 BD。]

8. ACD [由于鱼和虾最终均能进入收集箱,且两者落在传送带

时均有沿斜面向下的初速度, 虾沿传送带向下运动, 因此受到的摩擦力一定向上, 鱼先向下减速, 所受的摩擦力向上, 速度减为 0 后, 又沿传送带向上运动, 此时摩擦力向上, 所以鱼和虾在传送带上运送的过程中, 所受的摩擦力方向始终相同, 故 A 正确。鱼在掉落到传送带后, 有一个沿传送带斜面向下的初速度, 鱼先向下减速到速度为 0 后, 变为向上的加速运动, 最终可能变为匀速直线运动, 故 B 错误。虾的收集箱在下方, 所以虾一定是向下运动, 若虾的重力沿传送带斜面向下的分力小于虾受到的摩擦力, 此时虾将向下做减速直线运动; 若虾的重力沿传送带斜面向下的分力等于虾受到的摩擦力, 虾将向下做匀速直线运动; 若虾的重力沿传送带斜面向下的分力大于虾受到的摩擦力, 此时虾将向下做加速直线运动, 故 D 正确。鱼向上运动, 有 $Mg \sin \theta < \mu_1 Mg \cos \theta$; 若虾向下加速运动, 则 $mg \sin \theta > \mu_2 mg \cos \theta$; 若匀速运动, 则 $mg \sin \theta = \mu_2 mg \cos \theta$; 若向下减速, 为了和鱼能够分开, 说明虾向下减速的加速度小于鱼向下减速的加速度, 即 $\mu_2 g \cos \theta - g \sin \theta < \mu_1 g \cos \theta - g \sin \theta$, 所以 μ_1 一定大于 μ_2 , 故 C 正确。故选 ACD。]

9. 解析: (1) 因为有弹簧测力计测量拉力, 所以不需要用天平测出重物的质量, 选项 A 错误; 实验时有弹簧测力计测量拉力, 则不需要满足小车质量远大于重物质量, 选项 B 错误; 平衡摩擦力时满足 $Mg \sin \theta = \mu Mg \cos \theta$, 两边质量消掉, 则每次改变小车的质量时, 不需要重新平衡摩擦力, 选项 C 错误; 为保证细线对小车的拉力方向与小车运动方向相同, 需调节滑轮的高度, 使细线与长木板平行, 选项 D 正确。故选 D。

(2) 小车的加速度

$$a = \frac{x_{35} - x_{13}}{(2T)^2} = \frac{(4.76 + 3.66) - (2.55 + 1.44)}{(2 \times 0.1)^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 \approx 1.11 \text{ m/s}^2.$$

(3) 对小车根据牛顿第二定律有 $2F - f = Ma$, 即 $a = \frac{2}{M}F - \frac{f}{M}$
由题图丙可知 $a = 0$ 时 $F = F_0$

$$\text{可得 } f = 2F_0, k = \frac{2}{M} = \frac{a_1}{F_1 - F_0}, \text{ 可得 } M = \frac{2(F_1 - F_0)}{a_1}.$$

$$\text{答案: (1) D (2) 1.11 (3) } 2F_0 \frac{2(F_1 - F_0)}{a_1}$$

10. 解析: (1) μ 最小时静摩擦力为最大静摩擦力, 即 $\mu_{\min} F_0 = mg$, 解得 $\mu_{\min} = \frac{mg}{F_0}$ 。

(2) 对黑板擦进行受力分析, 水平方向由牛顿第二定律得 $f_x = ma$

竖直方向有 $f_y = mg$

又因为 $f_x^2 + f_y^2 = (\mu F_0)^2$

$$\text{解得 } a = \frac{\sqrt{(\mu F_0)^2 - (mg)^2}}{m}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mg}{F_0} \quad (2) \frac{\sqrt{(\mu F_0)^2 - (mg)^2}}{m}$$

11. 解析: (1) 刹车时, 汽车在水平方向上只受到滑动摩擦力的作用, 由牛顿第二定律有 $f = \mu_1 mg = ma$, 代入数据解得汽车的加速度大小为 $a = 7 \text{ m/s}^2$ 。汽车先匀速运动 0.5 s, 后做匀减速直线运动, 末速度 $v_t = 0$ 。由运动学公式有 $v_t^2 - v_0^2 = -2as_1$, 又 $s = s_0 + s_1$, $s_0 = v_0 t_0$, 联立解得滑行距离 $s \approx 38.6 \text{ m}$ 。
(2) 设汽车质量增加后的总质量为 m' , 同理有 $f' = \mu_1 m' g = m' a'$, 则加速度大小为 $a' = 7 \text{ m/s}^2$, 可见汽车刹车减速情况

与质量无关, 因此滑行距离不变。

(3) 汽车在湿滑路面刹车时, 同理可得其加速度大小为 $a_2 = \mu_2 g = 3.6 \text{ m/s}^2$, 则汽车在湿滑路面上的滑行距离 $s_2 = v_0 t_0 + \frac{v_0^2}{2a_2}$ 。故滑行距离增加量为 $\Delta s = s_2 - s \approx 27.0 \text{ m}$ 。

答案: (1) 38.6 m (2) 不变 (3) 27.0 m

课时作业(十九)

1. D [方法一: 以某一粒沙子抛出点为坐

标原点 O , 初速度方向为 x 轴, 竖直向下为 y 轴, 设该沙子抛出瞬间水平方向上的速度为 v_x , 沙子运动过程中位置坐标为 $P(x, y)$ 。

运动时间 t 后, 根据平抛运动有

$$\begin{cases} x = v_x t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}, \text{ 设此时罐子的坐标为}$$

$$Q(x_0, y_0), \text{ 则 } \begin{cases} x_0 = v_x t + \frac{1}{2} a t^2 \\ y_0 = 0 \end{cases}, \text{ 则 } \begin{cases} \Delta l = x_0 - x = \frac{1}{2} a t^2 \\ \Delta h = y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}, \text{ 设}$$

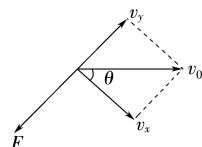
PQ 与水平方向夹角为 α , 则 $\tan \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{g}{a}$ 恒定, 说明沙子相对罐子运动的方向恒定且左侧沙子在下, 右侧沙子在上, D 正确。

方法二: 以罐子为参考系, 漏出的沙子在水平方向和竖直方向均做初速为 0 的匀加速直线运动, 合加速度恒定, 其合运动是初速度为 0 的匀加速直线运动, 相对罐子向斜后方运动, 故 D 项正确, A、B、C 项均错误。]

2. B [方法一: 由题图可知, 热气球竖直方向做匀速直线运动, 水平方向做加速直线运动, 相等的位移速度增加量相等, 平均速度增大, 所用的时间减少, 根据 $a = \frac{\Delta v}{t}$, 可知加速度增大。根据牛顿第二定律可知, 热气球受到的合力一直增大, 与合速度方向不在同一条直线上, 做变加速曲线运动。故选 B。

方法二: 由题图可知, $v_x = v_0 + kx$, 所以 $\Delta v_x = k \Delta x$, 进而 $\frac{\Delta v_x}{\Delta t} = k \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 即 $a_x = k v_x$, 所以 a_x 随 v_x 增大而增大。竖直方向匀速, 不受力。所以合力不恒定, 且不断增大, 热气球做变加速曲线运动, 因此只有 B 对。]

3. D [由物块的速度先减小后增大可知, 恒力与速度 v_0 的夹角大于 90° , 将初速度沿 F 的反方向和垂直 F 方向分解, 垂直 F 方向的分速度不变, 如图所示。根据几何



关系有 $\cos \theta = \frac{v_0}{v_0}$, 可得 $\theta = 60^\circ$, 则力的方向与初速度方向夹角为 $60^\circ + 90^\circ = 150^\circ$, 故选 D。]

4. D [河宽 $d = 300 \text{ m}$ 一定, 当木船船头垂直河岸时, 船速在垂直河岸方向上的分速度最大, 渡河用时最短, 即 $v = 1 \text{ m/s}$, 渡河时间最短为 $t_{\min} = \frac{d}{v} = \frac{300}{1} \text{ s} = 300 \text{ s}$, 故选 D。]
5. D [将两物体的速度分别沿绳方向和垂直绳方向分解, 两物体沿绳方向的分速度大小相等, 则有 $v_1 \cos \alpha = v_B \cos \beta$, 解得 B

物体的速度为 $v_B = \frac{v_1 \cos \alpha}{\cos \beta}$, 故选 D。

6. B [由 $s = H - kt^2$ 可知, 伤员竖直方向向上做匀加速直线运动, 故伤员竖直方向有向上的加速度, 悬索的拉力大于伤员的重力, 故 A 错误; 因直升机和伤员水平方向以相同的速度匀速运动, 故悬索始终处于竖直方向, 故 B 正确; 伤员相对直升机水平方向的速度为 0, 竖直方向向上做匀加速直线运动, 故伤员相对直升机做加速度不变的匀加速直线运动, 故 C 错误; 伤员相对地面水平方向做匀速直线运动, 竖直方向向上做匀加速直线运动, 故伤员相对地面做加速度大小、方向不变的曲线运动, 故 D 错误。故选 B。]

7. C [根据运动的分解可知 $v_{\text{绳}} = v_{\text{船}} \cos \theta$, 在船匀速靠岸的过程中, 绳与水面夹角 θ 逐渐增大, 人拉绳的速度变小, 故 A、B 错误; 对船受力分析, 由平衡条件可知 $F \cos \theta = F_f$, $F \sin \theta + F_{\text{浮}} = mg$, 解得 $F = \frac{F_f}{\cos \theta}$, $F_{\text{浮}} = mg - F \sin \theta$, 可知人拉绳的作用力 F 逐渐变大, 船受到的浮力 $F_{\text{浮}}$ 逐渐变小, 故 C 正确, D 错误。故选 C。]

8. C [两船恰好在甲船的正对岸相遇, 则 $v \cos 45^\circ = v_0$, 所以 $v > v_0$, 故 A 错误; 渡河时间 $t = \frac{d}{v \sin 45^\circ} = \frac{\sqrt{2}d}{v}$, 对乙船分析, 垂直河岸方向上有 $t = \frac{d}{v \sin \alpha}$, 解得 $\alpha = 45^\circ$, 故 B 错误; 乙船沿河岸方向的位移大小 $x = (v_0 + v \cos \alpha) \cdot t = \sqrt{2}v \cdot \frac{\sqrt{2}d}{v} = 2d$, 故 C 正确; 两船垂直河岸方向上的分速度相同, 沿河岸方向乙船分速度大于甲船, 所以两船的合速度大小不相等, 故 D 错误。故选 C。]

9. C [根据题意, 竖直方向有 $v_0^2 = 2gh$, 有风时竖直方向的运动情况不变, 落到与抛出点等高的位置所用时间 $t = \frac{2v_0}{g}$, 水平方向做初速度为 0 的匀加速直线运动, 有 $a = \frac{F}{m}$, $2h = \frac{1}{2}at^2$, 联立解得 $\frac{F}{mg} = \frac{1}{2}$, 故选 C。]

10. C [小球受重力和水平向西的风力, 两力均为恒力, 所以合力也为恒力, 故小球做匀变速曲线运动, 故 A 错误; 由牛顿第二定律可得, 小球的加速度大小为 $a = \frac{\sqrt{(mg)^2 + F^2}}{m} = \frac{\sqrt{(2.7 \times 10^{-3} \times 10)^2 + 0.027^2}}{2.7 \times 10^{-3}} \text{ m/s}^2 = 10\sqrt{2} \text{ m/s}^2$, 故 B 错误; 小球在向北的方向上不受力, 该方向上的分运动为匀速直线运动, 向北运动 0.2 s 的位移大小为 $x = v_0 t = 15 \times 0.2 \text{ m} = 3 \text{ m}$, 故 C 正确; 小球在竖直方向上做自由落体运动, 下落 0.2 s 的高度为 $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.2^2 \text{ m} = 0.2 \text{ m}$, 故 D 错误。故选 C。]

课时作业(二十)

1. A [子弹在水平方向做匀速直线运动, 根据 $x = vt$, 可得子弹运动的时间 $t = \frac{10}{200} \text{ s} = 0.05 \text{ s}$, 子弹在竖直方向做自由落体运动, 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $h = 12.5 \text{ mm}$, 故选 A。]

2. C [设出水口到水桶中心距离为 x , 则 $x = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 落到桶底

A 点时 $x + \frac{D}{2} = v_0 \sqrt{\frac{2 \times 2h}{g}}$, 解得 $v_0 = \frac{(\sqrt{2}+1)D}{2} \sqrt{\frac{g}{2h}}$, 故选 C。]

3. A [水在空中的运动为斜抛运动, 只受重力作用, 则 a 、 b 的加速度相同, 均为重力加速度, A 正确; 喷泉由出射点到落地的过程, 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 与对称性可知, 喷泉 a 在空中运动的时间小于喷泉 b 在空中运动的时间, D 错误; 喷泉在最高点的速度等于水平初速度, 结合 $x_{\text{水平}} = v_{0x}t$ 可知两喷泉在最高点的速度不相同, C 错误; 由喷泉轨迹可知两喷泉出射点的速度方向不同, 则两喷泉的初速度不同, B 错误。]

4. B [篮球反向做平抛运动, 竖直分运动是自由落体运动, 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 因为 $h_1 > h_2$, 故 $t_1 > t_2$, 故 A 错误, B 正确; 在水平方向上, 水平位移相等, 根据 $x = v_0 t$, 有 $v_{01} < v_{02}$, 故 C 错误; 在竖直方向上, 根据 $v_y = gt$, 可知 $v_{y1} > v_{y2}$, 故 D 错误。故选 B。]

5. A [由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2 \text{ s}$, 故 A 正确; 落地时竖直分速度 $v_y = gt = 20 \text{ m/s}$, 落地速度大小为 $v = \sqrt{v_y^2 + v_0^2} = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$, 故 B 错误; 落地时速度方向与水平地面夹角的正切值 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = 2$, 故 C 错误; 物体的水平位移 $x = v_0 t = 20 \text{ m}$, 物体的位移大小为 $s = \sqrt{x^2 + h^2} = 20\sqrt{2} \text{ m}$, 故 D 错误。]

6. D [设小球甲、乙从抛出到相遇的时间分别为 t_1 、 t_2 , 两球在 P 点相遇, 则在水平方向上有 $L = v_0 t_1 + v_0 t_2$, 代入数据解得 $t_1 + t_2 = 2.5 \text{ s}$, 故 A 错误; 由题知, 在相遇时两小球的速度方向相互垂直, 设小球甲落在 P 点时速度与竖直方向的夹角为 θ , 作出速度分析图, 如图所示, 由图可知, 小球甲、乙在相遇时速度偏转角不相同, 根据几何关系可得 $\tan \theta = \frac{v_0}{gt_1} = \frac{gt_2}{v_0}$, 可得 $t_1 t_2 = 1 \text{ s}^2$, 又 $t_1 + t_2 = 2.5 \text{ s}$ 且甲球下落的高度更高, 则有 $t_1 > t_2$, 联立解得 $t_1 = 2 \text{ s}$, $t_2 = 0.5 \text{ s}$, 故 B、C 错误; 根据题意, 可得小球甲、乙抛出点的高度差 $\Delta h = \frac{1}{2}g(t_1^2 - t_2^2) = 18.75 \text{ m}$, 故 D 正确。故选 D。]

7. D [第一次以水平速度 v_0 从 O 点抛出小球, 正好落入倾角为 θ 的斜面上的洞中, 此时位移垂直于斜面, 由几何关系可知 $\tan \theta = \frac{v_0 t_0}{\frac{1}{2}gt_0^2} = \frac{3t_0}{\frac{1}{2}gt_0^2}$, 解得 $t_0 = 0.8 \text{ s}$, 故 A 错误; 根据速度偏

角的正切值等于位移偏角的正切值的二倍, 当小球以水平速度 v 从 O 点抛出, 可知此时落到斜面上的位移偏角小于以水平速度 $v_0 = 3 \text{ m/s}$ 抛出时落到斜面上的位移偏角, 所以 Q 点在 P 点的上方, 则 $t < t_0$, 水平位移 $x > x_0$, 所以 $v > v_0 = 3 \text{ m/s}$, 故 B、C 错误; 根据几何关系结合运动学规律可得 O、A 两点的高度差 $h = \frac{1}{2}gt_0^2 + v_0 t_0 \tan \theta = 5 \text{ m}$, 故 D 正确。故选 D。]

8. **BD** [由平抛运动规律可知 $\tan \theta = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$, 速度方向与水平方向的夹角 $\tan \beta = \frac{gt}{v_0}$, 则 $\tan \beta = 2 \tan \theta$, 位移方向相同, 则速度方向与斜面的夹角相同, $\alpha_1 = \alpha_2$, 故 D 正确; 根据 $\tan \theta = \frac{gt}{2v_0}$, 可得 $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$, 初速度变为原来的 2 倍, 则时间变为原来的 2 倍, 即 $t_2 = 2t_1$, 故 B 正确; 垂直斜面方向, 初速度为 $v_0 \sin \theta$, 加速度为 $g \cos \theta$, 则离斜面的最远距离 $d = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g \cos \theta}$, 初速度变为原来的 2 倍, 则离斜面的最远距离变为原来的 4 倍, 即 $d_2 = 4d_1$, 故 A 错误; 根据 $s = \frac{v_0 t}{\cos \theta} = \frac{2v_0^2 \tan \theta}{g \cos \theta}$, 初速度变为原来的 2 倍, 则位移变为原来的 4 倍, 即 $s_2 = 4s_1$, 故 C 错误。故选 BD。]

9. **解析**: (1) 水在空中做平抛运动, 由平抛运动规律可知, 竖直方向有 $h = \frac{1}{2}gt^2$
解得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。
(2) 由平抛运动规律可知, 水平方向有 $d = v_0 t$
解得 $v_0 = d \sqrt{\frac{g}{2h}}$ 。
(3) 管口单位时间内流出水的体积 $Q = Sv_0$
解得 $Q = Sd \sqrt{\frac{g}{2h}}$ 。

答案: (1) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ (2) $d \sqrt{\frac{g}{2h}}$ (3) $Sd \sqrt{\frac{g}{2h}}$

课时作业(二十一)

1. **解析**: (1) 根据平抛运动规律可知, 可观察到的现象是: 在误差允许的范围两球同时落地或者听到同时落地的撞击声。
(2) 实验表明平抛运动在竖直方向的分运动为自由落体运动。
(3) 由于每相邻两帧的时间间隔为 $\frac{1}{30}$ s, 则标记 1、3 两处的时间间隔为 $t = \frac{1}{30} \times 2 \text{ s} = \frac{1}{15} \text{ s}$ 。
(4) O 为抛出点, 且 $y_1 : y_2 : y_3 = 1 : 4 : 9$, 根据匀变速直线运动规律可知时间之比为 $1 : 2 : 3$, 若水平方向为匀速直线运动, 则根据水平方向匀速直线运动规律, 有 $x = v_0 t$, 可知 $x_1 : x_2 : x_3 = 1 : 2 : 3$ 。

答案: (1) 在误差允许的范围两球同时落地或听到同时落地的撞击声 (2) 自由落体运动 (3) $\frac{1}{15}$ (4) $1 : 2 : 3$

2. **解析**: (1) 重锤的作用是确保坐标轴的 y 轴为竖直方向或沿重锤方向描下 y 轴为竖直方向, 即必须保证仪器背板竖直, 故 A、B 正确; 重锤的惯性无法保证实验装置稳定, 故 C 错误。故选 AB。
(2) 让小球静止在斜槽末端附近, 用笔通过复写纸在白纸上描出球心投影点 O_1 , 描出槽口端点在白纸上投影点 O_2 , 描出过 O_2 的竖直线与过 O_1 水平线的交点 O_3 , 即竖直方向与水平方向的交点恰好是小球抛出点在白纸上的投影点, 则实验中白纸上平抛轨迹的初始位置应是 O_3 。
(4) 上下调节挡板的位置, 多次重复步骤(3), 并保证小球在斜

槽上的释放点相同, 这样才能保证小球每次平抛的初速度相同。

(5) 根据平抛运动规律得 $x = v_0 t$, $y = \frac{1}{2}gt^2$

消去 t , 可得 x 、 y 应满足关系 $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$, 即满足 $y \propto x^2$ 。

答案: (1) AB (2) O_3 (4) 相同 (5) x^2

3. **解析**: (1) 桌面需水平小球才能做平抛运动, 选项 A 正确; 每次将小球从同一位置无初速度释放, 才能保证小球的平抛轨迹相同, 释放高度应适中, 选项 B 错误; 长木板与桌面的材料可以不相同, 选项 C 错误; 考虑空气阻力, 应选用质量大的小钢球, 若选用质量小的泡沫球, 则小球受到的空气阻力不能忽略, 选项 D 错误。故选 A。

(2) 小球在竖直方向上做自由落体运动, 有 $h_{BC} - h_{AB} = gT^2$
解得点迹间的时间间隔 $T = 0.1 \text{ s}$

小球离开桌面的速度大小 $v_0 = \frac{x}{T} = 0.992 \text{ m/s}$

打到 B 点时的竖直速度大小 $v_{By} = \frac{h_{AC}}{2T} = 0.992 \text{ m/s}$

水平速度大小 $v_{Bx} = v_0 = 0.992 \text{ m/s}$

则小球打到 B 点时的速度大小 $v_B = \sqrt{2} \times 0.992 \text{ m/s} \approx 1.39 \text{ m/s}$ 。

答案: (1) A (2) 0.992 1.39

4. **解析**: (1) 根据平抛运动的规律可知, 小球在竖直方向做自由落体运动, 所以需要测量第 n 个点到 O 点的竖直距离 y_n 。故选 A。

在竖直方向, 根据 $y_n = \frac{1}{2}g(n\Delta t)^2$, 解得 $g = \frac{2y_n}{(n\Delta t)^2}$ 。

(2) 根据平抛运动的规律, 在水平方向上有 $x = v_0 t$

在竖直方向有 $y = \frac{1}{2}gt^2$

联立可得 $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$

则有 $k = \frac{g}{2v_0^2}$

由题图(c)可得 $k = \frac{\Delta y}{\Delta x^2} = \frac{0.5-0}{0.05-0} \text{ m}^{-1} = 10 \text{ m}^{-1}$, 解得 $v_0 =$

$\sqrt{\frac{g}{2k}} = \sqrt{\frac{9.8}{2 \times 10}} \text{ m/s} = 0.70 \text{ m/s}$ 。

答案: (1) A $\frac{2y_n}{(n\Delta t)^2}$ (2) 0.70

课时作业(二十二)

1. **C** [物体在水平圆盘上, 一定受到重力和支持力的作用, 物体在转动过程中, 有背离圆心的运动趋势, 因此受到指向圆心的静摩擦力, 且静摩擦力提供向心力, 故 C 正确。]
2. **B** [A 点运动为 A 点绕 O' 的圆周运动和 O' 相对于 O 的圆周运动的合运动, 故轨迹不是圆周, 故不做匀速圆周运动, 故 A 错误; 根据题意 O' 固定在底盘上, 故可知 O' 围绕 O 点做匀速圆周运动, 故 B 正确; 杯上 A 点与 O 、 O' 恰好在同一条直线上时, A 在 OO' 延长线上, A 点和 O' 点运动方向相同, 又 A 点相对 O' 点做圆周运动, 故此时 A 点的速度大于 O' 点的速度, 故 C、D 错误。故选 B。]
3. **AC** [中心齿轮边缘各点的线速度大小与卫星齿轮边缘各点的线速度大小相等, A 项正确; 由 $v = \omega r$ 可得中心齿轮与卫星齿轮的角速度与各自半径成反比, 不能同时自转一圈, B 项错

误;向心加速度 $a_n = \frac{v^2}{r}$, v 相同, 则 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{R_2}{R_1}$, C 项正确; 设卫星齿轮自转 n 圈才绕轨道圆环转动一圈, 应有 $n \cdot 2\pi R_2 = 2\pi R_3$, 解得 $n = \frac{R_3}{R_2}$, D 项错误。故选 AC。

4. B [ON 段, 汽车位移 $s = \frac{2v_0 + v_0}{2}t = \frac{3}{2}v_0t$, 这段时间内列车位移 $s_{列} = 2v_0t = \frac{4}{3}s$, B 正确, A 错误; 根据 $a_n = \frac{v^2}{r}$ 可得汽车在

OP 段向心加速度大小为 $a_n = \frac{v_0^2}{R}$, C、D 错误。故选 B。

5. C [摩托车做匀速圆周运动, 重力 mg 和侧壁对摩托车的支持力 F 的合力提供其做圆周运动所需的向心力, 如图所示, 侧壁对摩托车的支持力为

$$F = \frac{mg}{\cos \theta}, \text{ 根据牛顿第二定律可得 } mg \tan \theta = ma = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = m \frac{v^2}{r}, \text{ 解得 } a = g \tan \theta, T =$$

$\sqrt{\frac{4\pi^2 r}{g \tan \theta}}, v = \sqrt{gr \tan \theta}$, 可知 h 越高, θ 不变, r 越大, 则摩托车对侧壁的压力不变, 摩托车做圆周运动的加速度不变, 摩托车做圆周运动的周期越大, 摩托车做圆周运动的线速度越大, 故选 C。

6. AC [子弹做平抛运动, 在竖直方向上, 有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 可得子

弹在圆筒中运动的时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 水平方向子弹做匀速运动,

因此水平速度 $v_0 = \frac{2R}{t} = 2R\sqrt{\frac{g}{2h}}$, A 正确, B 错误; 因子弹从右侧射穿圆筒后发现两弹孔在同一竖直线上, 则圆筒转过的角度为 $\theta = (2n-1)\pi$ ($n=1, 2, 3, \dots$), 则角速度为 $\omega = \frac{\theta}{t} =$

$\frac{(2n-1)\pi}{t} = (2n-1)\pi\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ($n=1, 2, 3, \dots$), 故角速度可能为 $5\pi\sqrt{\frac{g}{2h}}$, 不可能为 $4\pi\sqrt{\frac{g}{2h}}$, C 正确, D 错误。故选 AC。

7. BD [设弹簧的劲度系数为 k , 形变量为 x , 弹簧与竖直方向的夹角为 θ , MN、PQ 间的距离为 L , 对小球受力分析有 $kx \cos \theta - mg = 0$, 即竖直方向受力为 0, 水平方向有 $kx \sin \theta \pm F_N = m\omega^2 L$, 当金属框以 ω' 绕 MN 轴转动时, 假设小球的位置升高, 则 kx 减小, $\cos \theta$ 减小, 小球受力不能平衡; 假设小球的位置降低, 则 kx 增大, $\cos \theta$ 增大, 小球受力同样不能平衡, 则小球的位置不会变化, 弹簧弹力的大小一定不变, 故 A 错误, B 正确; 根据牛顿第三定律, 小球对杆的压力大小 $F_{压} = F_N = m\omega^2 L - kx \sin \theta$ 或 $F_{压} = F_N = kx \sin \theta - m\omega^2 L$, 所以当角速度变大时压力大小不一定变大, 故 C 错误; 当角速度变大时小球受到的合外力一定变大, 故 D 正确。

8. 解析: (1) 小球到达 B 点时的竖直分速度 $v_y = \sqrt{2gL}$, 则 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = 1$, 解得 $\theta = 45^\circ$ 。

(2) 设小球到达 B 点时的速度大小为 v_B , 则有 $v_B = \sqrt{2}v_0$, 设轨道对小球的支持力为 F , 根据牛顿第二定律有

$$F - mg \cos 45^\circ = m \frac{v_B^2}{L}$$

$$\text{解得 } F = \left(4 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)mg$$

由牛顿第三定律可知, 小球对圆弧轨道的压力大小为 $F' = F = \left(4 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)mg$ 。

答案: (1) 45° (2) $\left(4 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)mg$

课时作业(二十三)

1. B [对火车受力分析可得火车受铁轨的支持力大小为 $F_N = \frac{mg}{\cos \theta}$, $mg \tan \theta = \frac{mv^2}{R}$, 所以火车拐弯的速度大小 $v =$

$\sqrt{gR \tan \theta}$, 故 A 错误, B 正确; 若火车速度小于 v , 则重力与支持力的合力大于所需要的向心力, 则火车将挤压内轨, 受到内轨沿轨道平面向上的支持力作用, 同理, 若火车速度大于 v , 则重力与支持力的合力小于所需要的向心力, 则火车将挤压外轨, 受到外轨沿轨道平面向下的支持力作用, 故 C、D 错误。

2. D [赛车所需向心力为 $F = m \frac{v^2}{r} = 1\,000 \times \frac{8^2}{16} \text{ N} = 4\,000 \text{ N}$,

向心力由地面对车的摩擦力提供, 地面的作用力还包含支持力的作用, 故赛车受到地面的作用力大于 $4 \times 10^3 \text{ N}$; 由 $ma = m \frac{v^2}{r}$ 可得, 向心加速度为 $a = \frac{v^2}{r} = \frac{8^2}{16} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$, 故 A、B

错误; 根据牛顿第二定律可得 $F_f = ma \leq \mu mg$, 可得 $\mu \geq \frac{a}{g} =$

0.4, 可知轮胎与地面的动摩擦因数 μ 至少为 0.4, 故 C 错误; 轮胎所受摩擦力提供向心力, 方向总是与速度方向垂直, 所以轮胎所受摩擦力不做功, 故 D 正确。故选 D。

3. B [设半球形陶罐的半径为 R , 物体到球心 O 的连线跟竖直方向成 θ 角, 则对小物块, 由牛顿第二定律有 $mg \tan \theta = m\omega^2 R \sin \theta$, 由几何关系有 $h = R \cos \theta$, 联立两式解得 $\omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$, 故选 B。

4. C [当绳中开始出现张力时, 摩擦力提供向心力且达到最大

值, 即 $\mu mg = m \cdot 3r\omega_1^2$, 解得 $\omega_1 = \sqrt{\frac{\mu g}{3r}}$, 当 A、B 与圆盘一起

绕中轴线匀速转动达到最大角速度 ω_2 时, 对 B 有 $F_T - \mu mg = m\omega_2^2 \cdot 3r$, 对 A 有 $F_T + \mu \cdot 5mg = 5m\omega_2^2 r$, 解得 $\omega_2 =$

$$\sqrt{\frac{3\mu g}{r}}, \text{ 则有 } \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{3}, \text{ 故选 C。}$$

5. D [由于小球受到竖直向下的重力, 要使小球能够在水平面内做匀速圆周运动, 必须有其他外力平衡小球的重力, 故 a 绳的弹力不可能为 0; b 绳在水平面内, a 绳的弹力和小球重力的合力可以为小球在水平面内做匀速圆周运动提供向心力, 故 b 绳的弹力可能为 0, A、B 错误。当 b 绳恰好水平拉直且未发生形变时, b 绳的弹力为 0, 对小球受力分析可知 $mg \tan \theta = m\omega^2 L$, 解得 $\omega = \sqrt{\frac{g \tan \theta}{L}}$, 此时, b 绳刚好伸直而没有弹力, 当

$\omega > \sqrt{\frac{g \tan \theta}{L}}$ 时, b 绳一定有弹力, C 错误, D 正确。故选 D。

6. B [球 B 运动到最高点时, 杆对球 B 恰好无作用力, 即重力恰好提供向心力, 则有 $mg = m \frac{v_B^2}{2L}$, 解得 $v_B = \sqrt{2gL}$, 故 A 错误; 由于 A、B 两球的角速度相等, 由 $v = \omega r$, 得球 A 的速度大小为

$v_A = \frac{1}{2}v_B = \frac{1}{2}\sqrt{2gL}$, 故 B 正确; B 球到最高点时, 对杆无弹

力, 杆对 A 球的作用力 $F_T - mg = m\frac{v_A^2}{L}$, 解得 $F_T = 1.5mg$, 所以水平转轴对杆的作用力为 $1.5mg$, C、D 错误。故选 B。]

7. BC [物品从抛出到落地的过程做平抛运动, 当其恰不落在目标区域外时, 物品的水平位移示意图如图所示, 由几何关系有 $x_m =$

$\sqrt{R_1^2 - R_2^2} = 4\text{ m}$, 此时物品的初速度最大, 水平方向上有 $x_m = v_m t$, 竖直方向上有 $H = \frac{1}{2}gt^2$, 联立解得物品的最大初速度(无人机的

最大线速度)为 $v_m = 2\text{ m/s}$, 所以无人机的最大角速度 $\omega_{\max} = \frac{v_m}{R_2} = \frac{2}{3}\text{ rad/s}$, A 错误, B 正确; 由 A、B 项分析可知, 物品释放后在空中运动的时间为 $t = 2\text{ s}$, 该过程无人机转过的角度 $\theta = \omega_{\max}t = \frac{4}{3}\text{ rad} < \frac{\pi}{2}\text{ rad}$, 所以无人机运动到 B 点时, 在 A 点释放的物品已经落地, C 正确, D 错误。]

8. A [当小孩转到圆盘的最低点刚要滑动, 所受的静摩擦力沿斜面向上达到最大时, 设半径为 r_1 , 根据牛顿第二定律有 $\mu mg \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ = m\omega^2 r_1$, 解得 $r_1 = 2.5\text{ m}$; 当小孩转到圆盘的最高点刚要滑动, 所受的静摩擦力沿斜面向下达到最大时, 设半径为 r_2 , 根据牛顿第二定律有 $\mu mg \cos 30^\circ + mg \sin 30^\circ = m\omega^2 r_2$, 解得 $r_2 = 12.5\text{ m}$, 可知 $r_2 = 12.5\text{ m} > 5\text{ m}$, 故 r_2 不符合要求。故距离 r 的可能取值范围为 $0 < r \leq 2.5\text{ m}$, 故选 A。]

课时作业(二十四)

1. 解析: (1) 皮带传动线速度大小相等, 第三挡左、右皮带盘的角速度之比为 $1:3$, 根据 $v = \omega r$ 可知, 第三挡对应左、右皮带盘的半径之比为 $3:1$ 。

(2) 探究向心力大小与质量之间的关系时, 需要保证两个物体做圆周运动的角速度相等、半径相等、质量不同, 所以应将质量不同的铝球和钢球分别放在长、短槽上半径相同处的挡板内侧。

(3) 根据 $F = m\omega^2 r$, 其中一组数据为左边 1.5 格、右边 6.1 格, 则角速度平方之比为 $\frac{1.5}{6.1} \approx \left(\frac{1}{2}\right)^2$, 可知由于误差存在, 角速度之比为 $\frac{1}{2}$, 则皮带位于皮带盘的第二挡。

答案: (1) $3:1$ (2) 不同 相同 (3) 二

2. 解析: (1) 根据 $F = m\omega^2 r$

可知小球的角速度之比为 $\omega_1 : \omega_2 = 1:3$

装置靠皮带传动, 变速轮塔的线速度大小相同, 根据 $v = \omega r$ 可得皮带连接的两个变速轮塔的半径之比为 $r_1 : r_2 = \omega_2 : \omega_1 = 3:1$, 故选 B。

(2)(a) 小钢球转动的角速度 $\omega = \frac{v}{L} = \frac{d}{\Delta t L}$ 。

(b) 根据 $F = m\omega^2 r$ 并结合题图丙可得 $mr = k = \frac{0.9}{10}\text{ kg} \cdot \text{m} = 0.09\text{ kg} \cdot \text{m}$, 已知小钢球球心与转轴的距离为 $r = 0.30\text{ m}$, 则小钢球的质量 $m = 0.30\text{ kg}$ 。

答案: (1) B (2)(a) $\frac{d}{\Delta t L}$ (b) 0.30

3. 解析: (1) 螺旋测微器的读数为 $d = 1.5\text{ mm} + 38.0 \times 0.01\text{ mm} = 1.880\text{ mm}$ 。

(4) 遮光片 P 每次通过光电门的时间相同, d 不变, 线速度 v 不变, L_1 不变, 则由 $v = \omega L_1$ 知, ω 不变, 由 $F = m\omega^2 L_2$, 可知 $F - L_2$ 的关系图像为过原点的倾斜直线。故选 A。

(5) 遮光片通过光电门的遮光时间为 t 时, 遮光片的线速度为 $v = \frac{d}{t}$

小球角速度为 $\omega = \frac{v}{L_1} = \frac{d}{tL_1}$

根据向心力公式可得 $F = m\omega^2 L_2 = m\left(\frac{d}{tL_1}\right)^2 L_2 = \frac{md^2 L_2}{L_1^2} \cdot \frac{1}{t^2}$

为了准确验证小球所受向心力 F 与角速度 ω 的关系, 利用实验数据应画 $F - \frac{1}{t^2}$ 图像。

答案: (1) 1.880 (4) A (5) $F - \frac{1}{t^2}$

课时作业(二十五)

1. A [根据万有引力公式 $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$, 可知题图中 a 处单位质量的海水受到月球的引力最大, 故选 A。]

2. C [忽略地球自转的影响, 根据万有引力等于重力, 则在地球表面, 有 $G\frac{G_{\text{地}} m}{R^2} = mg$, 在离地面的高度为 H 处, 有 $G\frac{G_{\text{地}} m}{(R+H)^2} = mg'$, 解得 $g' = \frac{gR^2}{(R+H)^2}$, 选项 C 正确。]

3. A [轨道器环绕火星做匀速圆周运动时, 由万有引力提供向心力有 $G\frac{GMm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$, 解得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, 由题中条件可知火星的质量 M 可推算出, A 正确; 火星的半径未知, 由球的体积公式 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ 可知火星的体积无法推算出, B 错误; 对于在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动的行星, 由万有引力提供向心力有 $G\frac{GMm'}{R^2} = m'\frac{v^2}{R}$, 解得火星的第一宇宙速度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, 则火星的逃逸速度(第二宇宙速度) $v_{\text{逃}} = \sqrt{2}v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, 由于火星的半径未知, 所以火星的逃逸速度无法推算出, C 错误; 自转周期与已知量无关, 所以无法推算出自转周期, D 错误。]

4. B [由 $G\frac{GMm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 可得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, 故 $\frac{M_{\text{红}}}{M_{\text{土}}} = \frac{r_{\text{红}}^3 T_{\text{地}}^2}{r_{\text{地}}^3 T_{\text{行}}^2} = \frac{0.07^3}{0.06^2} \approx 0.1$, B 正确。]

5. D [由万有引力提供向心力有 $G\frac{GMm}{(R+h)^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$, 密度 $\rho = \frac{M}{V}$, 月球体积 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, 已知 $h : R = k$, 联立解得 $\rho = \frac{3\pi(1+k)^3}{GT^2}$, D 正确。]

6. BC [根据开普勒第三定律可知, 卫星甲在环月椭圆轨道上运行的半长轴等于卫星乙在环月圆轨道上运行的半径, 则有 $2r = a + b + 2R$, 解得 $r = \frac{a+b+2R}{2}$, A 错误, B 正确; 对卫星乙,

根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 解得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, C 正确, D 错误。]

7. D [设月球的转动半径为 r , 对月球绕地球转动, 根据万有引力提供向心力得 $G \frac{m_{\text{地}} m}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 对苹果有 $G \frac{m_{\text{地}} m_0}{R^2} = m_0 g$, 联立解得 $\frac{4\pi^2 r^3}{T^2} = gR^2$, 若要证明两力为同一种力, 由上式可知, 需要知道地球半径 R 、“月-地”中心距离 r 、月球公转周期 T 、地球表面重力加速度 g , 故 D 正确, A、B、C 错误。故选 D。]

8. D [根据 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$, 可得 $\frac{g_{\text{火}}}{g_{\text{地}}} = \frac{M_{\text{火}}}{M_{\text{地}}} \left(\frac{R_{\text{地}}}{R_{\text{火}}} \right)^2 = \frac{1}{9} \times 2^2 = \frac{4}{9}$,

根据 $h = \frac{1}{2} g t^2$, 可得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 则 $\frac{t_{\text{火}}}{t_{\text{地}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{地}}}{g_{\text{火}}}} = \frac{3}{2}$, 故选 D。]

9. B [赤道处有向心加速度, 则赤道的重力加速度小于两极的重力加速度, 有 $g - g_1 = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R$, 解得地球半径 $R = \frac{(g - g_1) T^2}{4\pi^2}$, 又 $\frac{GMm}{R^2} = mg$, 解得地球质量 $M = \frac{g(g - g_1)^2 T^4}{16\pi^4 G}$ 。故选 B。]

10. B [物体 N 受到大球剩余部分的引力为 F , 对物体 N 的引力减去小球对物体 N 的引力, 未挖去前, 大球对物体 N 引力为 0, 所以大球剩余部分对 N 的引力大小等于小球对物体 N 的引力大小, 根据万有引力定律可得 $F = G \frac{m' m}{\left(\frac{R}{2} \right)^2}$, $m' = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2} \right)^3$, 联立可得 $F = \frac{2}{3} \pi \rho G m R$ 。故选 B。]

11. C [由 $\frac{GMm}{R^2} = mg$, 可得 $g = \frac{GM}{R^2}$, 则有 $g_{\text{月}} = \frac{M_{\text{月}} R_{\text{地}}^2}{M_{\text{地}} R_{\text{月}}^2} g = \frac{16}{81} g$, 故 A 错误; 质量分布均匀的球壳对球壳内部任意位置质点的万有引力都为 0, 则隧道内任一点(到球心的距离为 r , 不用考虑 r 以外的部分)的重力加速度为 $g' = \frac{GM'}{r^2} = \frac{G \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) \rho}{r^2} = \frac{4\pi G \rho r}{3}$, 可知 g' 与 r 成正比, 则隧道内任一位置的重力加速度均小于 $\frac{16}{81} g$, 故 B 错误, C 正确; 距月球表面高为 h 处, 由 $\frac{GM_{\text{月}} m}{(R+h)^2} = mg''$, 可得 $g'' = \frac{GM_{\text{月}}}{(R+h)^2}$, 可知距月球表面高为 h 处的重力加速度 g'' 与 $(R+h)^2$ 成反比, 故 D 错误。故选 C。]

课时作业(二十六)

1. A [物体抛出速度 $v < 7.9 \text{ km/s}$ 时必落回地面, 可能落在 A 点, 物体抛出速度 $v = 7.9 \text{ km/s}$ 时, 物体刚好能不落回地面, 绕地球做圆周运动, 故 A 正确, B 错误; 当物体抛出速度 $7.9 \text{ km/s} < v < 11.2 \text{ km/s}$ 时, 物体在抛出点做离心运动, 但物体不能脱离地球引力束缚, 故物体的运动轨迹为椭圆, 可能沿 C 轨道运动, 故 C 错误; 当物体抛出速度 $v > 11.2 \text{ km/s}$ 时, 物体会脱离地球引力束缚, 不可能沿 C 轨道运动, 故 D 错误。]

2. D [静止卫星只能位于赤道正上方, 所以入轨后不可以位于

北京正上方, 故 A 错误; 第一宇宙速度是最大的环绕速度, 所以静止卫星入轨后的速度小于第一宇宙速度, 故 B 错误; 静止卫星的发射速度大于第一宇宙速度, 小于第二宇宙速度, 故 C 错误; 若发射到近地圆轨道, 所需发射速度较小, 所需能量较小, 故 D 正确。故选 D。]

3. C [第一宇宙速度是人造卫星的最小发射速度, 是最大环绕速度, 所以实践二十五号卫星的线速度小于 7.9 km/s , A 错误; 在加注燃料时, 两卫星相对静止, 处于失重状态, 并非力学平衡状态, B 错误; 根据 $\frac{GMm}{r^2} = ma = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $a = \frac{GM}{r^2}$, 可知加注燃料后, 质量增加, 轨道半径不变, 线速度和加速度大小均不变, C 正确, D 错误。故选 C。]

4. A [两个质量相同的卫星绕月球做匀速圆周运动, 则月球对卫星的万有引力提供向心力, 设月球的质量为 M , 卫星的质量为 m , 则半径为 r_1 的卫星有 $G \frac{Mm}{r_1^2} = m \frac{v_1^2}{r_1} = m \frac{4\pi^2}{T_1^2} r_1$, 半径为 r_2 的卫星有 $G \frac{Mm}{r_2^2} = m \frac{v_2^2}{r_2} = m \frac{4\pi^2}{T_2^2} r_2$, 再根据动能 $E_k = \frac{1}{2} m v^2$, 可得两卫星动能和周期的比值分别为 $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{r_2}{r_1}$, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{r_1^3}}{\sqrt{r_2^3}}$, 故选 A。]

5. B [火箭加速升空过程, 加速度方向竖直向上, 则处于超重状态, 故 A 错误; 根据 $F = \frac{GMm}{R^2}$, 宇航员与地球的质量不变, 宇航员在空间站离地心更远, 则受到的万有引力小于在地表受到的万有引力, 故 B 正确; 根据 $\frac{GMm}{R^2} = m \omega^2 R$ 可得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$, 可知空间站绕地球做匀速圆周运动的角速度大于同步卫星的角速度, 即大于地球自转角速度, 故 C 错误; 根据 $\frac{GMm}{R^2} = ma$ 可得 $a = \frac{GM}{R^2}$, 可知空间站绕地球做匀速圆周运动的加速度大于地球同步卫星的加速度, 故 D 错误。故选 B。]

6. B [卫星绕地球做匀速圆周运动, 由万有引力提供向心力可得 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = ma$, 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $a = \frac{GM}{r^2}$, 则有 $\frac{v_2}{v_3} = \sqrt{\frac{r_3}{r_2}} = \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{2}}$, $\frac{a_2}{a_3} = \frac{r^2}{R^2}$, 故 B 正确, D 错误; 地球赤道上的物体与静止卫星的角速度相等, 根据 $v = \omega r$, $a = \omega^2 r$, 可得 $\frac{v_1}{v_3} = \frac{R}{r}$, $\frac{a_1}{a_3} = \frac{R}{r}$, 则有 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{R}{r} \sqrt{\frac{R}{r}}$, 故 A、C 错误。故选 B。]

7. A [该发光带是环绕该行星做圆周运动的卫星群, 由万有引力提供向心力得 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 化简可得 $v^2 = GM \cdot \frac{1}{r}$, 可知 $v^2 - \frac{1}{r}$ 图像的斜率 $k = GM = \frac{v_0^2}{\frac{1}{R}} = v_0^2 R$, 可得该行星的质量为 $M = \frac{v_0^2 R}{G}$, 故 D 错误; 在行星表面有 $\frac{GMm}{R^2} = mg$, 解得该行星表面的重力加速度 $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{v_0^2}{R}$, 故 C 错误; 该行星的第一宇宙

速度等于在行星表面绕行星做匀速圆周运动的线速度,则有 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 解得该行星的第一宇宙速度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = v_0$, 故 A 正确, B 错误。故选 A。]

8. AC [在行星表面, 根据 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ 可得 $g = \frac{GM}{R^2}$, 又行星的质量和半径分别为地球的 $\frac{1}{10}$ 和 $\frac{1}{2}$, 地球表面的重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 , 可得该行星表面的重力加速度大小 $g' = 4 \text{ m/s}^2$, 故 A 正确; 在行星表面上空, 根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 可得该行星的第一宇宙速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, 行星的质量和半径分别为地球的 $\frac{1}{10}$ 和 $\frac{1}{2}$, 可得该行星的第一宇宙速度 $v_{\text{行}} = \frac{\sqrt{5}}{5} v_{\text{地}}$, 地球的第一宇宙速度为 7.9 km/s , 所以该行星的第一宇宙速度 $v_{\text{行}} = \frac{\sqrt{5}}{5} \times 7.9 \text{ km/s}$, 故 B 错误; “背罩分离”前, 探测器及其保护背罩和降落伞整体做匀速直线运动, 对探测器进行受力分析, 可知探测器与保护背罩之间的作用力 $F = m'g' = 4000 \text{ N}$, “背罩分离”后的瞬间, 背罩所受的合力大小为 4000 N , 对背罩, 根据牛顿第二定律得 $F = m'a$, 解得 $a = 80 \text{ m/s}^2$, 故 C 正确; “背罩分离”后的瞬间探测器所受重力对其做功的功率 $P = m'g'v = 1000 \times 4 \times 60 \text{ W} = 240 \text{ kW}$, 故 D 错误。故选 AC。]

9. A [小球自由下落, 有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 可得火星表面的重力加速度 $g = \frac{2h}{t^2}$, 由重力等于万有引力有 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$, 解得 $M = \frac{2hR^2}{Gt^2}$, 故 A 正确; 第一宇宙速度为近火星的环绕速度, 则有 $mg = G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 解得 $v = \frac{\sqrt{2hR}}{t}$, 故 B 错误; 当宇宙飞船在火星表面附近运行时周期最小, 轨道半径为 R , 则有 $G \frac{Mm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_{\text{近}}} \right)^2 R$, 解得周期为 $T_{\text{近}} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$, 代入 $GM = gR^2 = \frac{2hR^2}{t^2}$, 解得 $T_{\text{近}} = 2\pi t \sqrt{\frac{R}{2h}}$, 故 C 错误; 同步卫星的周期为 T , 则有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$, 解得 $r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$, 代入 $GM = gR^2 = \frac{2hR^2}{t^2}$, 解得 $r = \sqrt[3]{\frac{hT^2R^2}{2\pi^2t^2}}$, 解得高度为 $\sqrt[3]{\frac{hT^2R^2}{2\pi^2t^2}} - R$, 故 D 错误。故选 A。]

课时作业(二十七)

1. C [由题图乙得 $r_b - r_a = 2r$, $r_b + r_a = 6r$, 解得 a 、 b 两卫星的轨道半径分别为 $r_a = 2r$ 、 $r_b = 4r$ 。卫星绕月球做匀速圆周运动, 由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 则 a 、 b 两卫星的线速度大小之比 $v_a : v_b = \sqrt{2} : 1$, A 错误; 由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 得 $a = \frac{GM}{r^2}$, 则 a 、 b 两卫星的加速度大小之比 $a_a : a_b = 4 : 1$, B 错误; 由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T_0^2} r$ 得 $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, 则 a 、 b 两卫星的周期之比 $T_a :$

$T_b = \sqrt{2} : 4$, 由题图乙知每经过时间 T , 两卫星相距最近, 则 $\frac{T}{T_a} - \frac{T}{T_b} = 1$, 解得 $T_a = \frac{4-\sqrt{2}}{4} T$, $T_b = (2\sqrt{2}-1) T$, C 正确, D 错误。]

2. A [根据 $a = \frac{GM}{r^2}$ 可知, 空间站变轨前、后在 P 点的加速度相同, A 正确; 由于变轨后的轨道半长轴大于变轨前的轨道半径, 则根据开普勒第三定律可知, 空间站变轨后的运动周期比变轨前的大, B 错误; 变轨时, 空间站喷气加速, 因此变轨后其在 P 点的速度比变轨前的大, C 错误; 变轨后, 空间站在近地点的速度最大, 大于变轨后在 P 点的速度, 结合 C 项分析可知, 变轨后空间站在近地点的速度大于变轨前的速度, D 错误。]
3. B [某两条经线组成的圆所在平面过地轴, 所以轨道 2 不可能在某两条经线组成的圆的正上方, 故 A 错误; 假设 Q 点为一个圆轨道 4 和椭圆轨道 1 的切点, 可知卫星在过 Q 点做圆周运动的速度大于在 M 点的速度, 而从 Q 点的圆轨道变轨到椭圆轨道 1 需要在 Q 点点火加速, 所以卫星在 Q 点的速度大于其在 M 点的速度, 故 B 正确; 卫星从低轨道变轨到高轨道需要在变轨处点火加速, 卫星的机械能增加, 故 C 错误; 卫星在两个轨道上经过 P 点时, 根据牛顿第二定律有 $G \frac{Mm}{r^2} = ma_n$, 可得 $a_n = G \frac{M}{r^2}$, 可知卫星在轨道 2 上经过 P 点时的向心加速度等于其在轨道 1 上运动时经过 P 点时的向心加速度, 故 D 错误。故选 B。]
4. C [双星系统中两恒星做圆周运动的角速度相等, A 项错误; 两恒星做圆周运动的向心力均为两恒星间的万有引力, 大小相等, B 项错误; 根据 $G \frac{m_A m_B}{L^2} = m_A \frac{4\pi^2}{T^2} L_A = m_B \frac{4\pi^2}{T^2} L_B$, 其中 $L = L_A + L_B$, 可得双星做圆周运动的周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{G(m_A + m_B)}}$, 由于双星的总质量一定, 则 L 越大, 周期越大, C 项正确; A 、 B 质量差的大小不影响双星做圆周运动的周期, D 项错误。故选 C。]
5. A [根据题意可知, 卫星下降过程其角速度与空间站相同, 根据 $v = \omega r$ 可知, 其线速度小于空间站线速度, 根据万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 卫星轨道半径小于空间站, 则卫星仅在万有引力作用下做圆周运动的线速度应大于空间站, 为保证其线速度小于空间站线速度, 则应该向前喷气, 故 A 正确; 断开轻绳前, 卫星做匀速圆周运动, 其所受合力提供向心力, 故 B 错误; 关闭动力系统后, 由 A 项分析可知, 此时万有引力大于所需向心力, 则卫星将做近心运动, 故 C 错误; 关闭动力系统后, 卫星轨道高度下降, 其轨道半长轴不会大于空间站轨道半径, 则根据开普勒第三定律可知, 其周期必然小于空间站周期 90 min , 故 D 错误。故选 A。]
6. C [根据开普勒第三定律可得 $\frac{r_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2} = \frac{r_{\text{火}}^3}{T_{\text{火}}^2}$, 解得 $T_{\text{火}} = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{3}{2}} T_{\text{地}}$, 设经过 t 时间火星与地球相距最近, 则有 $(\omega_{\text{地}} - \omega_{\text{火}})t = 2\pi$, 整理可得 $t = \frac{T_{\text{地}} T_{\text{火}}}{T_{\text{火}} - T_{\text{地}}} \approx 2.2 \text{ 年}$, 故选 C。]
7. B [由题意知, 发生“天王星冲日”现象时天王星和地球相距最

近,经过约 370 天地球比天王星多转一圈,设天王星的公转周期为 $T_{\text{天}}$,则有 $\left(\frac{2\pi}{T_{\text{地}}} - \frac{2\pi}{T_{\text{天}}}\right)t = 2\pi$,其中 $t=370$ 天,由开普勒第三定律可知 $\frac{r_{\text{天}}^3}{T_{\text{天}}^2} = \frac{r_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2}$,可得 $\frac{r_{\text{天}}}{r_{\text{地}}} = \left(\frac{T_{\text{天}}}{365}\right)^{\frac{2}{3}}$,联立解得 $\frac{r_{\text{天}}}{r_{\text{地}}} = 74^{\frac{2}{3}}$,故选 B。

8. BC [由题图可知双星周期 $T=2(t_2-t_1)$,对于较亮的恒星,根据牛顿第二定律有 $G\frac{m_2m_1}{(r_1+r_2)^2} = m_1\frac{4\pi^2}{T^2}r_1$,对于较暗的恒星,根据牛顿第二定律有 $G\frac{m_1m_2}{(r_1+r_2)^2} = m_2\frac{4\pi^2}{T^2}r_2$,联立可得 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{m_2}{m_1}$, $m_1+m_2 = \frac{4\pi^2(r_1+r_2)^3}{GT^2} = \frac{\pi^2(r_1+r_2)^3}{G(t_2-t_1)^2}$,故选 BC。]

9. CD [地球、月球以及该平面上的任一拉格朗日点上的卫星都具有相同的运行周期,监测卫星的运行周期等于月球的运行周期,故 A 错误;根据 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 可知,监测卫星的线速度大于月球的线速度,故 B 错误;根据 $a = \frac{4\pi^2}{T^2}r$ 可知,监测卫星的加速度大于月球的加速度,故 C 正确;设地球质量为 M ,地球球心到 A 点的距离为 r_1 ,月球质量为 m ,月球球心到 A 点的距离为 r_2 ,地球和月球可视为一个双星系统,根据万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{L^2} = M\omega^2 r_1 = m\omega^2 r_2$,可得 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{81}$,即地球与月球的运动半径之比为 1:81,故 D 正确。故选 CD。]

章末巩固(四)

1. B [设周期为 T_1 的圆轨道的半径为 r_1 ,周期为 T_2 的圆轨道的半径为 r_2 ,根据开普勒第三定律可得 $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$,由万有引力表达式可得 $F_{\text{引}} = \frac{GMm}{r^2}$,联立可得卫星先后在这两个圆轨道上时受到来自地球的万有引力之比为 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{4}{3}}$,故选 B。]

2. D [羽毛球从发出到击中球拍前的逆运动是平抛运动,水平方向做匀速直线运动,竖直方向做自由落体运动。设羽毛球发出时竖直方向的分速度大小为 v_y ,有 $v_y^2 = 2g(h_0 - h_1)$,解得 $v_y = 5$ m/s,根据速度的合成与分解,有 $v_0 = \sqrt{v_y^2 + v_x^2}$,联立解得 $v_x = 12$ m/s,故选 D。]

3. C [根据牛顿第二定律可得 $\frac{GMm}{r^2} = ma$,可得 $a = \frac{GM}{r^2}$,可知卫星在轨道 II 上经过 B 点时的加速度等于在轨道 III 上经过 B 点时的加速度,故 A 错误;卫星从轨道 I 变轨到轨道 II,需要在 A 点点火加速,则卫星在轨道 I 上经过 A 点时的速度小于在轨道 II 上经过 A 点时的速度,故 B 错误;卫星在轨道 II 上运行时,由于 A 点为近地点, B 点为远地点,根据开普勒第二定律可知,经过 A 点的速度大于经过 B 点的速度,故 C 正确;卫星绕地球做匀速圆周运动,由万有引力提供向心力得 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$,可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$,则卫星在轨道 I 上和轨道 III 上运动的速度之比为 $\frac{v_1}{v_3} = \sqrt{\frac{r}{R}}$,故 D 错误。故选 C。]

4. B [车轮转动时,重物随车轮做圆周运动,所需要的向心力由弹簧弹力与重力的合力提供,车轮转速越大,弹簧长度越长,重物上的触点 M 与固定在 B 端的触点 N 越近,当车轮达到一定转速时,重物上的触点 M 与固定在 B 端的触点 N 接触后气嘴灯就会被点亮,故 A 错误;气嘴灯在最低点时,对重物有

$$F_{\text{弹}} - mg = m\omega^2 r, \text{解得 } \omega = \sqrt{\frac{F_{\text{弹}}}{mr} - \frac{g}{r}}, \text{故增大重物质量可使}$$

LED 灯在较低转速下也能发光,故 B 正确;要使重物做离心运动, M、N 接触,则 A 端应靠近圆心,安装时 A 端比 B 端更靠近圆心,故 C 错误;气嘴灯在最低点时,有 $F_1 - mg = m\omega^2 r$,即 $F_1 = m\omega^2 r + mg$,气嘴灯在最高点时,有 $F_2 + mg = m\omega^2 r$,即 $F_2 = m\omega^2 r - mg$,故 $F_1 > F_2$,即匀速行驶时,在最低点时弹簧比在最高点时长,因此匀速行驶时,若气嘴灯转到最低点时能发光,则在最高点时不一定能发光,故 D 错误。故选 B。]

5. C [当圆盘速度较小时,两木块均由静摩擦力提供向心力,对 a 物块有 $F_{\text{a}} = 3m\omega^2 r$,对 b 物块有 $F_{\text{b}} = m\omega^2 \cdot 2r$,则 b 物块受到的摩擦力较小,当角速度为 ω_1 时, b 物块所受摩擦力达到最大值,则有 $\mu mg = 2m\omega_1^2 r$,此时 a 物块所受摩擦力为 $F_{\text{f}} = 3m\omega_1^2 r = \frac{3}{2}\mu mg < 3\mu mg$,即仍未达到最大值;此后随着圆盘角速度逐渐增大, b 物块所受摩擦力保持不变, a 物块所受摩擦力继续增大;当角速度为 ω_2 时, a 物块所受摩擦力达到最大值,设绳子拉力为 F_{T} ,对 a、b 分别有 $F_{\text{T}} + 3\mu mg = 3m\omega_2^2 r$, $F_{\text{T}} + \mu mg = 2m\omega_2^2 r$,继续增大圆盘角速度,绳子拉力继续变大, b 物块所需向心力较小,所以 b 物块所受摩擦力将逐渐减小至 0 后反向再增大,此过程 a 物块所受摩擦力为最大值保持不变。故选 C。]

6. BC [小球做匀速圆周运动,由所受外力的合力提供圆周运动的向心力,设圆环对小球的弹力大小为 F_{N} ,对小球分析有 $F_{\text{N}} = \frac{mg}{\cos 37^\circ} = 6.25$ N,故 A 错误;对小球进行受力分析有 $mg \tan 37^\circ = m\omega^2 R \sin 37^\circ$,解得 $\omega = 5$ rad/s,故 B 正确;同理有 $mg \tan 37^\circ = ma = m\frac{v^2}{R \sin 37^\circ}$,解得 $a = 7.5$ m/s², $v = 1.5$ m/s,故 C 正确, D 错误。]

7. BD [实践二十五号卫星直接加速,将做离心运动,变轨到更高的轨道,不能与卫星 A 对接,故 A 错误;根据牛顿第二定律可得 $\frac{GMm}{r^2} = ma$,可得 $a = \frac{GM}{r^2}$,可知实践二十五号卫星和卫星 A 对接时具有相同的加速度,故 B 正确;由于不知道实践二十五号卫星和卫星 A 的质量关系,所以无法比较实践二十五号卫星受到地球的万有引力与卫星 A 受到地球的万有引力的大小关系,故 C 错误;实践二十五号卫星对卫星 A 加注燃料后,二十五号卫星向前喷射少量减速剂,则二十五号卫星速度减小,二十五号卫星将做向心运动,可实现分离,故 D 正确。故选 BD。]

8. AC [设月球的半径为 R ,则轨道 I、II 的半长轴分别为 $a_1 = \frac{2R+8h}{2}$, $a_2 = \frac{2R+h}{2}$,根据开普勒第三定律有 $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{a_1^3}{a_2^3}} = 8$,解得 $R = \frac{2}{3}h$,故 A 正确, B 错误;设月球的质量为 M ,卫星的质量为 m ,则有 $G\frac{Mm}{R^2} = mg$,而月球的密度 $\rho = \frac{M}{V}$,其中月球的

体积 $V = \frac{4\pi R^3}{3}$, 联立解得 $\rho = \frac{9g}{8\pi Gh}$, 故 C 正确, D 错误。故选 AC。

9. 解析: (1) 实验中应保持木板竖直, 保证小球与白纸不发生摩擦, 不影响小球的运动, 故 A 正确; 建立坐标轴时, 应以小球在槽口末端静止时的球心在木板上的投影为坐标原点, 故 B 错误; 应该选用质量大、体积小的小球做实验, 以减小空气阻力的影响, 所以用实心铁球完成该实验比用空心木球完成该实验的效果好, 故 C 正确; 绘制平抛运动轨迹时应该用平滑的曲线连接小球经过的所有位置, 故 D 错误。故选 AC。

(2) 根据平抛运动规律, 水平方向有 $x = v_0 t$

竖直方向有 $y = \frac{1}{2} g t^2$

联立解得 $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$, 故选 C。

(3) 小球在水平方向上做的是匀速直线运动, 因为 A 到 B 和 B 到 C 的水平距离相等, 所以小球从 A 到 B 的时间等于小球从 B 到 C 的时间。小球在竖直方向上做匀变速直线运动, 因为坐标原点不是小球的抛出点, 所以小球在竖直方向上的初速度不为 0, 因此 $y_1 = v_y t + \frac{1}{2} g t^2$

又有 $y_1 + y_2 = v_y t + \frac{1}{2} g (2t)^2$, 即 $y_2 = \frac{3}{2} g t^2$

因此 $\frac{y_1}{y_2} > \frac{1}{3}$ 。

答案: (1) AC (2) C (3) >

10. 解析: (1) A 点是篮球运动的最高点, 经篮板反弹后篮球在竖直方向做自由落体运动, 在竖直方向上有 $h_2 = \frac{1}{2} g t_1^2$, 解得 $t_1 = 0.2 \text{ s}$

沿 AO_1 方向, 篮球做匀速直线运动, 设速度大小为 v_x , 则有 $x = v_x t_1$, 解得 $v_x = 2 \text{ m/s}$

垂直于篮板方向, 篮球做匀速直线运动, 设碰前速度大小为 v_y , 则有 $y = \frac{1}{2} v_y t_1$

解得 $v_y = 3 \text{ m/s}$

篮球离开手时速度的竖直分量设为 v_z , 则 $v_z^2 = 2gh_1$, 解得 $v_z = 6 \text{ m/s}$

则篮球离开手时的速度大小 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$, 代入数据解得 $v = 7 \text{ m/s}$ 。

(2) 设篮球从出手到运动至最高点的时间为 t_2 , 则 $v_z = g t_2$

解得 $t_2 = 0.6 \text{ s}$

则篮球从出手到进筐所用的时间 $t = t_1 + t_2 = 0.8 \text{ s}$ 。

答案: (1) 7 m/s (2) 0.8 s

11. 解析: (1) 汽车以不发生侧滑的最大速率通过圆弧弯道, 则此时最大静摩擦力提供向心力, 已知弯道的半径 $R = 24 \text{ m}$, 转弯时路面对轮胎的径向最大静摩擦力为车重的 $\frac{3}{5}$, 则在 BC 段

根据牛顿第二定律有 $\frac{3}{5} mg = m \frac{v^2}{R}$

解得汽车通过圆弧弯道的速率为 $v = 12 \text{ m/s}$

对 AB 段刹车过程, 根据速度-位移公式有

$v^2 - v_0^2 = -2a_1 x$

解得开始刹车时汽车距 B 的距离为 $x = 32 \text{ m}$ 。

(2) 在 AB 段, 汽车从刹车开始做匀减速直线运动, 根据速度-时间公式有 $v = v_0 - a_1 t_1$

解得汽车从刹车开始至 B 所用时间 $t_1 = 2 \text{ s}$

在 BC 段, 汽车做匀速圆周运动, 已知圆弧弯道长度 $s = 60 \text{ m}$

根据圆周运动线速度的定义式可知 $v = \frac{s}{t_2}$

解得汽车通过圆弧弯道的时间 $t_2 = 5 \text{ s}$

在 CD 段, 汽车做匀加速直线运动加速到原速率, 根据速度-时间公式可知 $v_0 = v + a_2 t_3$

解得汽车从 C 点至恢复到原速率的时间 $t_3 = 4 \text{ s}$

故汽车从刹车开始至恢复到原速率所用时间为

$t = t_1 + t_2 + t_3 = 11 \text{ s}$ 。

答案: (1) 32 m (2) 11 s

课时作业(二十八)

1. C [助跑阶段, 冰面对人的摩擦力向前, 摩擦力为动力, 故 A 错误; 助跑阶段, 冰面静止不动, 人对冰面不做功, 故 B 错误; 滑行阶段, 冰面对人的摩擦力向后, 则人对冰面的摩擦力向前, 故 C 正确; 冰面对人的摩擦力与人对冰面的摩擦力是一对相互作用力, 大小总是相等, 故 D 错误。故选 C。]

2. C [小朋友的重力做正功, 做功为 $W_G = mgh = 30 \times 10 \times 2.4 \text{ J} = 720 \text{ J}$, 故 A 错误, C 正确; 小朋友所受的阻力做负功, 做功为 $W_f = -fL = -110 \times 6.5 \text{ J} = -715 \text{ J}$, 故 B、D 错误。故选 C。]

3. C [重物在下落过程中受到重力和空气阻力作用, 随着速率的增加, 空气阻力逐渐增大, 重物在水平方向减速, 竖直方向加速, 故阻力在竖直向上的分力逐渐增大, 则重物在竖直方向做加速度越来越小的加速运动, v_y 增大, 但 $v_y - t$ 图像的切线斜率变小, 而重力的瞬时功率 $P = mgv_y$, 则 $P - t$ 图像的切线斜率变小, 初始时刻 v_y 不等于 0, 即初始时刻重力功率不为 0。故选 C。]

4. D [机器人做竖直上抛运动到最高点的过程, 可看成逆向做初速度为 0 的自由落体运动, 则机器人在上升第 1 个 $\frac{1}{4} h$ 与上升第 3 个 $\frac{1}{4} h$ 过程的时间比 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{2 - \sqrt{3}}{\sqrt{2} - 1}$, 由于这两个阶段重力做功相同, 故这两个过程重力的平均功率之比与这两个过程运动的时间成反比, 即 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{\sqrt{2} - 1}{2 - \sqrt{3}}$, 故选 D。]

5. C [该高铁水平匀速直线行驶时, 其发动机的输出功率 $P = Fv = fv = kv^3$, 因此在甲、乙两段水平轨道上匀速直线行驶时, 发动机的输出功率之比 $\frac{P_{\text{甲}}}{P_{\text{乙}}} = \frac{v_{\text{甲}}^3}{v_{\text{乙}}^3} = \frac{27}{8}$, 故选 C。]

6. C [重力的方向与穿越机的运动方向垂直, 所以重力的功率为 0, 故 A、B 错误; 空气对穿越机的作用力在运动方向的分力 $F_{\text{水平}} = \frac{G}{\tan \theta}$, 则空气对其作用力的功率为 $P = F_{\text{水平}} v = \frac{G}{\tan \theta} v$, 故 C 正确, D 错误。故选 C。]

7. C [时间 t 内喷头喷水的质量 $m = \rho S v t$, 喷头喷水做的功 $W = \frac{1}{2} m v^2$, 喷头喷水的功率 $P = \frac{W}{t}$, 则 $P = \frac{1}{2} \rho S v^3$, 代入数据可得 $P = 100 \text{ W}$, C 正确。]

8. BD [OA 过程重物做匀加速运动, 则起重机对重物的拉力不变, 加速度 $a = \frac{2}{1} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$, 根据 $F - mg = ma$, 可得 $F_{\text{拉}}$

$=6 \times 10^4 \text{ N}$, 故 A 错误; 额定功率 $P_0 = F_{\text{拉}} v_1 = 6 \times 10^4 \times 2 \text{ W} = 1.2 \times 10^5 \text{ W}$, 故 B 正确; BC 过程中牵引力做功 $W = P_0 t_{BC} = 1.2 \times 10^5 \times 1 \text{ J} = 1.2 \times 10^5 \text{ J}$, 故 C 错误; BC 过程重物的速度 $v_m = \frac{P_0}{mg} = \frac{1.2 \times 10^5}{5 \times 10^4} \text{ m/s} = 2.4 \text{ m/s}$, BC 过程重物上升的高度 $h = v_m t_{BC} = 2.4 \times 1 \text{ m} = 2.4 \text{ m}$, 故 D 正确。]

9. A [汽车定速巡航(即速率不变), 上坡过程, 由平衡条件可得汽车的牵引力大小为 $F = mg \sin \theta + f$, 其中 θ 为汽车轨迹切线与水平方向的夹角, f 为阻力, 根据功率 $P = Fv = (mg \sin \theta + f)v$, 汽车沿拱形路面上坡的过程中, θ 减小, 所以牵引力减小, 可知功率逐渐减小。下坡过程, $F + mg \sin \theta = f$, θ 变大, 所以牵引力减小, 功率也在逐渐减小。故选 A。]

10. 解析: (1) 人与木板沿直线匀速前进, 由力的平衡条件可知, 在水平方向有 $2F \cos \theta = f$

解得地面对木板的阻力大小 $f = 450 \text{ N}$ 。

(2) 根据功的定义, 有 $W = 2Fx \cos \theta$

解得两条绳子拉力所做的总功 $W = 9.0 \times 10^3 \text{ J}$ 。

(3) 根据功率的定义, 有 $P = \frac{W}{t}$

解得两条绳子拉力的总功率 $P = 600 \text{ W}$ 。

答案: (1) 450 N (2) $9.0 \times 10^3 \text{ J}$ (3) 600 W

课时作业(二十九)

1. D [由 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 知只有 D 项所述情形中汽车动能不变, 故 D 正确。]

2. A [根据动能定理有 $mg(H+h) - \bar{F}h = 0$, 则该游客从接触沙子到重心停止下降过程中受到沙子竖直向上的平均冲力为 $\bar{F} = \frac{H+h}{h}mg$, 故选 A。]

3. D [物体在重力作用下做平抛运动, 加速度为 g , 竖直位移 $y = \frac{1}{2}gt^2$, 由动能定理得 $E_k = E_0 + \frac{1}{2}mg^2t^2$, 故选 D。]

4. B [由题意知雨滴做匀速运动, 有 $f = mg$, 则克服空气阻力做的功 $W = fh = mgh$, B 正确。]

5. B [在木块运动过程中, 只有摩擦力做功, 而摩擦力做功与路径有关, 根据动能定理有 $-F_f \cdot 2\pi L = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 可得摩擦力的大小 $F_f = \frac{mv_0^2}{4\pi L}$, 故选 B。]

6. A [对运动员从 A 到 B 的过程, 根据动能定理有 $mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $v_B = 10 \text{ m/s}$, 运动员在 B 点时, 根据牛顿第二定律有 $F_N - mg = \frac{mv_B^2}{R}$, 解得 $F_N = 1800 \text{ N}$, 运动员由 B 点运动到 C 点的过程中, 根据动能定理有 $-\mu mgx = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $x = 20 \text{ m}$, 故选 A。]

7. C [在第二项测试中汽车匀速行驶, 电机做的功和汽车克服阻力做的功相等, 则有 $\eta E = F_f s_2$, 解得该汽车受到的阻力为 $F_f = 615.6 \text{ N}$, 故 A、B 错误; 在第一项测试中, 根据动能定理有 $Pt - F_f s_1 = \frac{1}{2}mv^2 - 0$, 解得 $P \approx 166 \text{ kW}$, 故 C 正确, D 错误。故选 C。]

8. A [根据功的定义式可知物体克服摩擦力做功为 $W_f =$

$\mu mg(s+x)$, 由动能定理可得 $-W_{\text{弹}} - W_f = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 则

$W_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \mu mg(s+x)$, 故 A 正确。]

9. 解析: (1) 小球在竖直方向做自由落体运动, 落地所需时间 $t =$

$$\sqrt{\frac{2H}{g}} = 1 \text{ s}$$

小球在水平方向做匀减速运动, $x_{OA} = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$

解得 $a = 5 \text{ m/s}^2$

小球所受风力大小 $F = ma$, 可得 $F = 5 \text{ N}$ 。

(2) 小球从射出至落地的过程由动能定理有 $mgH - Fx_{OA} = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$, 解得 $E_k = 50 \text{ J}$ 。

答案: (1) 1 s 5 N (2) 50 J

课时作业(三十)

1. CD [题图甲中重力和系统内弹力做功, 物体 A 和弹簧组成的系统机械能守恒, 但物体 A 的机械能不守恒, A 错误; 题图乙中物体 B 除受重力外, 还受到弹力和摩擦力作用, 弹力不做功, 但摩擦力做负功, 物体 B 的机械能不守恒, B 错误; 题图丙中细绳张力对 A 做负功, 对 B 做正功, 代数和为 0, A、B 组成的系统机械能守恒, C 正确; 题图丁中小球的动能不变, 势能不变, 机械能守恒, D 正确。]

2. AD [从地面到海平面重力对物体做的功为 mgh , 故 A 正确; 地面为零势能面, 所以物体在海平面的重力势能为 $-mgh$, 故 B 错误; 物体在地面上的机械能为 $\frac{1}{2}mv_0^2$, 由机械能守恒定律得, 物体在海平面上的机械能也为 $\frac{1}{2}mv_0^2$, 故 D 正确; 在海平面上的动能为 $\frac{1}{2}mv_0^2 - (-mgh) = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$, 故 C 错误。]

3. C [Q 恰好能保持静止时, 设弹簧的伸长量为 x , 满足 $kx = 2\mu mg$, 若剪断轻绳后, 物块 P 与弹簧组成的系统机械能守恒, 弹簧的最大压缩量也为 x , 因此 P 相对于其初始位置的最大位移大小为 $x_{\text{总}} = 2x = \frac{4\mu mg}{k}$, 故选 C。]

4. A [小球位于 A 点时, 速度为 0, 则有 $F_1 = mg$, F_1 的方向竖直向上; 小球从 A 点到 B 点, 根据机械能守恒有 $2mgL = \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $v_B = \sqrt{4gL}$, 小球位于 B 点时, 根据牛顿第二定律有 $F_2 - mg = \frac{mv_B^2}{L}$, 解得 $F_2 = 5mg$, 方向竖直向上; 可知轻杆给小球的作用力最大为 $5mg$, 则有 $F_1 + F_2 = 6mg$, 故 A 正确, C 错误。根据牛顿第二定律可知, C、D 两点加速度方向不同, 故 B 错误。小球位于 B 点时, 轻杆给小球的作用力竖直向上, 根据牛顿第三定律, 小球给轻杆的作用力竖直向下, 轻杆所受合力为 0, 故转轴给轻杆的作用力竖直向上, 故 D 错误。故选 A。]

5. A [未释放 P 前, 对 Q 有 $mg = kx$, 解得弹簧压缩量 $x = L$, 当 Q 经过 M 点时, 由于 OM 与杆垂直, 可知此时 P 的速度为 0, 几何关系可知 $QM = \frac{1.5L}{\tan 37^\circ} = 2L$, 可知在 M 点时, 弹簧拉伸量为 L , 弹性势能与开始时相同, 故对 P、Q 和弹簧构成的系统, 由机械能守恒有 $6mg \sin 30^\circ \left(\frac{1.5L}{\sin 37^\circ} - 1.5L \right) + E_p -$

$$\frac{1}{\tan 37^\circ} mg = \frac{1}{2} mv_M^2 + E_p, \text{解得 } v_M = \sqrt{2gL}, \text{故选 A.}]$$

6. D [根据题意可知, 无论何时小球 A 和 B 的角速度均相同, A 和 B 线速度大小之比 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{2}{1}$, 由系统机械能守恒定律可知, A 球的速度最大时, 二者的动能最大, 此时两球总重力势能最小。当 OA 与竖直方向的夹角为 θ 时, 由机械能守恒定律得 $mg \cdot 2l \cos \theta - 2mgl(1 - \sin \theta) = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$, 解得 $v_1^2 = \frac{8}{3} gl(\sin \theta + \cos \theta) - \frac{8}{3} gl$, 由数学知识可得 $\theta = 45^\circ$ 时, $\sin \theta + \cos \theta$ 有最大值 $\sqrt{2}$, 此时 A 球有最大速度 $v_1 = \sqrt{\frac{8(\sqrt{2}-1)gl}{3}}$, 故选 D.]

7. A [设小孔到水面的深度为 h , 水从小孔流出的初速度大小为 v , 根据机械能守恒定律得 $\Delta m \cdot gh = \frac{1}{2} \Delta m \cdot v^2$, 解得 $v = \sqrt{2gh}$, 可见小孔越深, 水流出时的初速度越大, 所以 $v_a < v_b < v_c$, 设水面到地面的高度差为 H , 水流出后做平抛运动, 则 $x = vt$, $H - h = \frac{1}{2} gt^2$, 联立解得 $x = 2\sqrt{h(H-h)}$, 当 $h = \frac{H}{2}$ 时, 水平射程 x 最大, 即小孔 c 的水平射程最大。故选 A.]

8. 解析: (1) 设小球离开桌面时的速度为 v_0

$$\text{根据能量守恒定律有 } E_p = \frac{1}{2} mv_0^2 - 0$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{\frac{2E_p}{m}}.$$

(2) 设小球第一次落地前瞬间的竖直速度大小为 v_y , 小球第一次与地面碰撞后瞬间的竖直速度大小为 v'_y . 从第一次碰后离开地面至到达最高点的过程中, 竖直方向根据运动学公式有 $0 - v_y'^2 = -2gh$

$$\text{根据题意有 } \frac{v'_y}{v_y} = \frac{4}{5}$$

设小球从离开桌面到第一次与地面碰撞的运动时间为 t , 水平方向的位移为 s , 则有

$$v_y = gt, s = v_0 t$$

$$\text{联立解得 } s = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{hE_p}{mg}}.$$

$$\text{答案: (1) } \sqrt{\frac{2E_p}{m}} \quad (2) \frac{5}{2} \sqrt{\frac{hE_p}{mg}}$$

课时作业(三十一)

1. BD [摩擦产生的热量等于滑块克服摩擦力做的功, 则 $Q = W_3$, 故 A 错误; 根据动能定理, 合力做的功等于动能的变化量, 即 $\Delta E_k = W_1 + W_2 - W_3$, 故 B 正确; 根据重力做功与重力势能变化的关系可知 $\Delta E_p = -W_2$, 故 C 错误; 除重力外其他力做的功等于机械能的变化量, 即 $\Delta E = W_1 - W_3$, 故 D 正确.]
2. BD [打开降落伞后, 返回舱减速下降时, 加速度方向向上, 处于超重状态, 故 A 错误; 减速下降阶段, 由功能关系可知 $W_f = \Delta E_k + \Delta E_p$, 则返回舱动能的减少量小于飞船克服阻力做的功, 故 B 正确; 匀速下降阶段, 返回舱机械能的减少量等于飞船克服阻力做功的大小, 而重力与阻力的大小相同, 所以返回舱机械能的减少量等于返回舱重力所做的功, 故 C 错误, D 正确。故选 BD.]

3. D [轻杆移动距离 l 的过程中先做加速再做减速运动, 轻杆所受的摩擦力不变, 但所受的弹簧的弹力是变力, 所以轻杆所受的合外力为变力, 加速度大小和方向都变化, 轻杆不可能做匀变速直线运动, 故 A 错误; 弹簧被压缩到最短时, 轻杆所受的合外力最大, 此时正在做加速运动, 其速度没有达到最大, 故 B 错误; 根据能量守恒定律, 由于轻杆与固定槽之间的滑动摩擦力做功, 系统的机械能有一部分转化为内能, 所以小车被弹簧弹回的速率小于 v_0 , 故 C 错误; 弹簧的弹性势能最大时, 弹簧的弹力最大, 轻杆受到的合外力最大, 向右加速的加速度也达到最大, 故 D 正确。故选 D.]

4. C [下降 h 高度过程, 减少的重力势能为 mgh , 根据题意可知, 增加的动能为 $\Delta E_k = \frac{8}{9} mgh$, 根据动能定理可知, 合外力对运动员做的功为 $W = \Delta E_k = \frac{8}{9} mgh$, 故 B 错误; 根据动能定理, 有 $mah = \frac{8}{9} mgh$, 解得 $a = \frac{8}{9} g$, 运动员机械能的变化量为 $\Delta E = -mgh + \frac{8}{9} mgh = -\frac{1}{9} mgh$, 即运动员的机械能减少量为 $\frac{1}{9} mgh$, 故 A 错误, C 正确; 根据功能关系, 运动员机械能的减少量等于克服空气阻力做的功, 即空气阻力对运动员做的功为 $-\frac{1}{9} mgh$, 故 D 错误。故选 C.]

5. C [上升阶段, 由牛顿第二定律得 $mg + f = ma_1$, 解得 $a_1 = g + \frac{f}{m}$, 方向竖直向下, 沙包做匀减速直线运动; 下降阶段, 由牛顿第二定律得 $mg - f = ma_2$, 解得 $a_2 = g - \frac{f}{m}$, 方向竖直向下, 沙包做匀加速直线运动, 故 A、B 错误。由动能定理得 $-mah = E_k - E_{k0} (E_k)$, 可知 $E_k - h$ 图像斜率的绝对值为 ma , 故 C 正确。上升阶段, 由功能关系可知 $-fh = E - E_0$, 可知 $E - h$ 图像斜率的绝对值为 f , 故 D 错误。故选 C.]

6. B [设水从出水口射出的初速度为 v_0 , 取 t 时间内的水为研究对象, 该部分水的质量为 $m = v_0 t \rho$, 根据平抛运动规律有 $v_0 t' = l$, $h = \frac{1}{2} gt'^2$, 解得 $v_0 = l \sqrt{\frac{g}{2h}}$, 根据功能关系得 $Pt\eta = \frac{1}{2} mv_0^2 + mg(H + h)$, 联立解得水泵的输出功率为 $P = \frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta} \cdot \left(H + h + \frac{l^2}{4h} \right)$, 故选 B.]

7. BC [C 点为最低点, 故人的重力势能减少 $40 \times 10^3 \text{ J}$, 弹性势能增加 $32 \times 10^3 \text{ J}$, 所以人和蹦极绳组成的系统减少的机械能是 $\Delta E = 40 \times 10^3 \text{ J} - 32 \times 10^3 \text{ J} = 8 \times 10^3 \text{ J}$, 故 A 错误; 从起跳点 O 到 C 点, 根据能量守恒定律有 $\Delta E = fh = 8 \times 10^3 \text{ J}$, $h = 80 \text{ m}$, 解得 $f = 100 \text{ N}$, 故 B 正确; 从起跳点 O 到 B 点, 根据动能定理有 $mgh_1 - fh_1 = E_{kB}$, $h_1 = 45 \text{ m}$, 解得 $E_{kB} = 18\,000 \text{ J}$, 故 C 正确; 蹦极绳的最大弹性势能为 $32 \times 10^3 \text{ J}$, 根据功能关系有 $E_{p\text{弹}} = \frac{1}{2} F_m x_{BC}$, 代入数据解得 $F_m = \frac{64}{35} \times 10^3 \approx 1\,828.6 \text{ N}$, 故 D 错误。故选 BC.]

8. 解析: (1) 根据动能定理有 $mg l_1 \sin 37^\circ - \mu mg l_1 \cos 37^\circ = \frac{1}{2} mv_1^2$

解得 $v_1 = 2\sqrt{10}$ m/s。

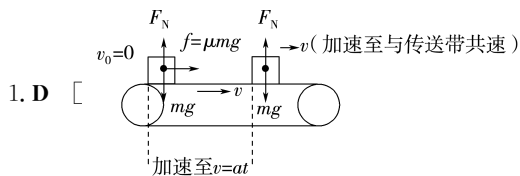
(2) 货物在倾斜轨道上下滑时, 机械能减少量为 $\Delta E_{p1} = \mu mgl_1 \cos 37^\circ$

货物在水平轨道上右滑时, 机械能减少量为 $\Delta E_{p2} = \mu mgl_2$

减少的总机械能为 $\Delta E = \Delta E_{p1} + \Delta E_{p2} = 25$ J。

答案: (1) $2\sqrt{10}$ m/s (2) 25 J

课时作业(三十二)



1. D

刚开始, 物体速度小于传送带速度, 物体相对传送带向后运动, A 错误; 物体匀速运动过程中, 不受摩擦力作用, B 错误; 加速运动过程中, 传送带对物体的摩擦力向前, 做正功, C 错误; 加速运动过程由牛顿第二定律可得 $f = \mu mg = ma$, 由 $v = at$ 可得加速时间 $t = \frac{v}{\mu g}$, 所以 v 越大, t 越大, D 正确。]

2. C [由能量转化和能量守恒定律可知, 力 F 对木板所做的功 W 一部分转化为物体的动能, 一部分转化为系统内能, 故 $W = \frac{1}{2}mv^2 + \mu mgx_{\text{相对}}$, $x_{\text{相对}} = vt - \frac{v}{2}t$, $a = \mu g$, $v = at$, 联立以上各式可得 $W = mv^2$, 故 C 正确。]

3. AB [在匀速阶段, 谷粒 P 受到竖直向下的重力和其他谷粒对谷粒 P 的作用力, 合力为 0, 所以其他谷粒对谷粒 P 的作用力方向竖直向上, 大小等于 mg , 故 A 正确; 在传送带上运动的过程中, 其他谷粒对谷粒 P 做的功等于谷粒增加的机械能, 所以 $W = \frac{1}{2}mv^2 + mgL \sin \theta$, 故 B 正确; 谷粒 P 离开传送带后(落地前), 只有重力做功, 机械能保持不变, 故 C 错误; 在传送带上运动时, 谷粒 P 克服重力做功为 $W_{\text{克G}} = mgL \sin \theta$, 而 $\frac{1}{2}mv^2$ 是谷粒 P 在传送带上运动时动能的增加量, 故 D 错误。故选 AB。]

4. BD [F 做功大小等于二者动能与产生的热量之和, A 错误; 滑块在木板上滑动过程用 $v-t$ 图像来研究, 如图所示, 图线①为滑块的 $v-t$ 图像, ②为木板的 $v-t$ 图像, t_0 时刻滑块到达木板右端, 阴影部分面积为木板长度, 则很容易知道其他条件不变, $f = Ma_{\text{木}}$, M 越大, 图线②的斜率越小, t_0 越小, x 越小, B 正确; 其他条件不变, F 越大, 图线①的斜率越大, t_0 越小, C 错误; 滑块与木板间产生的热量等于滑动摩擦力与相对位移的乘积, 其他条件不变, f 越大, 滑块与木板间产生的热量越多, D 正确。]

5. C [P 的加速度大小为 $a_p = -\frac{\mu_1 m_2 g}{m_2} = -2$ m/s², Q 的加速度大小为 $a_Q = \frac{\mu_1 m_2 g - \mu_2 (m_1 + m_2) g}{m_1} = 2$ m/s², 两者共速时有 $v_{\text{共}} = v_0 + a_p t = a_Q t$, 解得 $t = 1$ s, $v_{\text{共}} = 2$ m/s, A 错误; P 、 Q 共速时的相对位移大小为 $\Delta x = \frac{v_0 + v_{\text{共}}}{2} t - \frac{0 + v_{\text{共}}}{2} t = 2$ m, 之后不发生相对滑动, 故木板 Q 的长度至少为 2 m, B 错误; P 与 Q 之间产生的热量为 $Q_1 = \mu_1 m_2 g \Delta x = 12$ J, 地面与 Q 之间产

生的热量为 $Q_2 = \frac{1}{2}m_2 v_0^2 - Q_1 = 12$ J, P 与 Q 之间产生的热量与地面与 Q 之间产生的热量之比为 1:1, C 正确, D 错误。]

6. 解析: (1) 平抛运动竖直方向有 $2gh = v_y^2$

又 $\tan 53^\circ = \frac{v_y}{v_A}$, 可得 $v_A = 3$ m/s。

(2) 从 B 点到 O 点过程有 $mgR(1 - \cos 53^\circ) = \frac{1}{2}mv_O^2 -$

$\frac{1}{2}mv_B^2$

由几何关系得 $v_B = \frac{v_A}{\cos 53^\circ}$

在 O 点有 $N - mg = m \frac{v_O^2}{R}$

由牛顿第三定律知物块在 O 点对轨道的压力 $N' = N = 43$ N。

(3) 传送带上物块加速运动时有 $\mu mg = ma$

P 运动至 A 点所需的时间 $t = \frac{v_A}{a}$

传送带的位移 $x_{\text{带}} = vt$

物块与传送带之间的摩擦力对传送带所做的功

$W_f = -\mu mg x_{\text{带}} = -15$ J

由于放上物块后电动机多消耗的电能 $E = \mu mg x_{\text{带}} = 15$ J。

答案: (1) 3 m/s (2) 43 N (3) -15 J 15 J

课时作业(三十三)

1. 解析: (1) 要验证机械能守恒定律的关系式为 $mg\Delta h = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$, 可得 $2g\Delta h = v_B^2 - v_A^2$

则只需要测量滑块经过两光电门时的速度和两个光电门间的竖直高度差, 即甲、乙同学的方案可行, 丙同学的方案不可行。

(2) 滑块经过光电门 A 的速度为 $v_A = \frac{d_1}{\Delta t} = \frac{10 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-3}}$ m/s = 0.4 m/s。

答案: (1) 丙 (2) 0.4

2. 解析: (1) 安装顺序: 先将斜槽安装到底座上, 再调节斜槽在竖直平面内, 接着调节斜槽末端水平, 最后在斜槽末端安装光电门, 因此合理的顺序为④②③①。故选 B。

(2) 测量钢球直径时, 应使用游标卡尺的外测量爪卡住钢球, 甲所示的操作方式正确。故选甲。

(3) 根据 $\Delta E_p = mgh$, 代入数据可得 $\Delta E_p \approx 15.7 \times 10^{-3}$ J。

(4) 根据动能定理可得 $mgH - W_{\text{理}} = 0$

即 $W_{\text{理}} = mgH$ 。

(5) 不同意, 观察表 2 中数据可知, ΔE 大于 W_f 的 2 倍, 所以 ΔE 和 W_f 相差明显, 一定不是仅由于用 $\frac{W_{\text{测}}}{2}$ 近似计算 W_f 。

答案: (1) B (2) 甲 (3) 15.7 (4) mgH (5) 不同意 因为 $W_{\text{测}}$ 仍明显小于 ΔE

3. 解析: (1) 20 分度游标卡尺的分度值为 0.05 mm, 由题图乙可知小球的直径为 $7 \text{ mm} + 5 \times 0.05 \text{ mm} = 7.25 \text{ mm} = 0.725 \text{ cm}$ 。

(2) 若减小的重力势能等于增加的动能, 可以认为机械能守恒,

则有 $mgH = \frac{1}{2}mv^2$

其中 $v = \frac{d}{t}$, 联立解得 $\frac{1}{t^2} = \frac{2g}{d^2}H$

可知当直线斜率满足 $k = \frac{2g}{d^2}$ 时, 可判断小球下落过程中机械能

守恒。

(3) 实验中发现动能增加量 ΔE_k 总是稍小于重力势能减少量 ΔE_p , 是由于该过程中有空气阻力做功, 且下落高度越大, 阻力做功越多, 故增加下落高度后, $\Delta E_p - \Delta E_k$ 将增大。

答案: (1) 0.725 (2) $\frac{2g}{d^2}$ (3) 增大

章末巩固(五)

1. B [球在空中上升到最高点时, 竖直方向速度为 0, 球受重力作用, 有向下的加速度, 所受合力不为 0, 故 A 错误; 球上升过程中, 空气阻力做负功, 球的机械能逐渐减小, 故 B 正确; 小狗起跳过程初期具有向上的加速度, 根据牛顿第二定律有 $F - G = ma$, 可得蹦床对小狗的支持力 $F = G + ma > G$, 由牛顿第三定律可知, 小狗对蹦床的压力大于小狗自身的重力, 故 C 错误; 小狗起跳过程, 蹦床的弹性势能转化为小狗的动能和重力势能, 故 D 错误。故选 B。]

2. D [设长木板的倾角为 θ , 设重物的质量为 m , 以重物为研究对象, 根据平衡条件可得 $N = mg \cos \theta$, $f = mg \sin \theta$, 由于 θ 逐渐增大, 可知支持力逐渐减小, 摩擦力逐渐增大, 故 A 错误。根据受力平衡可知, 支持力和摩擦力的合力与重物的重力等大反向, 则支持力和摩擦力的合力保持不变, 故 B 错误。由于摩擦力与重物的运动方向总是垂直, 所以摩擦力对重物不做功; 由于支持力与重物的运动方向相同, 则支持力对重物做正功, 故 C 错误, D 正确。故选 D。]

3. B [根据机械能守恒有 $mgH = \frac{1}{2}mv^2$, 可得小球 a 和 b 到达轨道底端的速度大小均为 $v = \sqrt{2gH}$, 小球 b 沿直线轨道做匀加速直线运动, 其 $v-t$ 图像为一条倾斜的直线, 小球 a 沿曲线轨道 I 运动过程中, 加速度逐渐减小, 则其 $v-t$ 图像的切线斜率逐渐减小, 且小球 a 所用时间小于小球 b 所用时间, 故 B 正确, A 错误; 根据机械能守恒定律有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, 小球 a 和 b 下滑过程中速率平方 v^2 与下滑高度 h 的关系为 $v^2 = 2gh$, 可知小球 a 和 b 的 v^2-h 图像均为一条过原点的倾斜直线, 故 C、D 均错误。故选 B。]

4. B [对小木块运动的整个过程, 根据动能定理有 $mgh - \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} - \mu mg \left(x - \frac{h}{\tan \theta}\right) = 0$, 解得 $\mu = \frac{h}{x}$, 因此 x 与 θ 无关, 故不管斜面的倾角 θ 增大还是减小, 小木块始终停在 A 点, A、C、D 错误; 小木块到达斜面底端时, 由动能定理得 $mgh - \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$, 解得 $v = \sqrt{2gh - 2g\mu \frac{h}{\tan \theta}} = \sqrt{2gh - \frac{2gh^2}{x \tan \theta}}$, B 正确。]

5. C [由题图甲可知, 在 $0 \sim 3$ s, 电动汽车的加速度大小 $a_1 = \frac{3}{3} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$, 由题图乙可知, $t = 3$ s 时, 有 $P = F_1 v_1$, 解得 $F_1 = 100 \text{ N}$, 由牛顿第二定律有 $F_1 - f = ma_1$, 解得 $f = 60 \text{ N}$, 由 $P = f v_m$, 解得 $v_m = 5 \text{ m/s}$, 选项 A、B 错误; 当电动汽车的速度为 4 m/s 时, 电动汽车的功率已达到额定功率, 故此牵引力大小 $F_2 = \frac{P}{v_2} = 75 \text{ N}$, 由牛顿第二定律有 $F_2 - f = ma_2$, 解得 $a_2 = 0.375 \text{ m/s}^2$, 选项 C 正确; 对全程由动能定理有 $\frac{P}{2}t_1 + Pt_2 + W_f = 0$, 其中 $t_1 = 3 \text{ s}$, $t_2 = 11 \text{ s}$, 解得 $W_f =$

-3750 J , 选项 D 错误。故选 C。]

6. AB [游客若恰好停在 C 点, 由动能定理得 $mgh_1 - \mu_1 mgL_1 = 0 - 0$, 解得 $h_1 = 1 \text{ m}$; 若恰好到达 D 点, 由动能定理得 $mgh_2 - \mu_1 mgL_1 - \mu_2 mgL_2 = 0$, 解得 $h_2 = 8.5 \text{ m}$ 。即要使游客能够停在缓冲区内, h 的取值范围为 $1 \text{ m} \leq h \leq 8.5 \text{ m}$, 故选 AB。]

7. AC [由动能定理可知, E_k-s 图像斜率绝对值表示合力大小, 上滑过程有 $mg \sin 30^\circ + f = \frac{40}{10} \text{ N} = 4 \text{ N}$, 下滑过程有 $mg \sin 30^\circ - f = \frac{30}{20-10} \text{ N} = 3 \text{ N}$, 联立解得 $m = 0.7 \text{ kg}$, $f = 0.5 \text{ N}$, 故 A 正确, B 错误; $0 \sim 20 \text{ m}$ 过程中物块克服摩擦力做功为 $W_{\text{克}f} = fs = (0.5 \times 20) \text{ J} = 10 \text{ J}$, 故 C 正确; $0 \sim 10 \text{ m}$ 物块为上滑过程, 根据牛顿第二定律有 $a_1 = \frac{mg \sin 30^\circ + f}{m} = \frac{40}{7} \text{ m/s}^2$, $10 \sim 20 \text{ m}$ 物块为下滑过程, 根据牛顿第二定律有 $a_2 = \frac{mg \sin 30^\circ - f}{m} = \frac{30}{7} \text{ m/s}^2$, 则 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{4}{3}$, 故 D 错误。故选 AC。]

8. AC [由题图乙可知, 在 $0 \sim 1 \text{ s}$ 物块的速度大于传送带的速度, 物块所受摩擦力的方向沿传送带向下, 与物块运动的方向相反, 所以 $0 \sim 1 \text{ s}$ 时间段物块所受摩擦力做负功; 1 s 末至物块到达传送带顶端, 物块的速度小于传送带的速度, 物块所受摩擦力的方向沿传送带向上, 与物块运动的方向相同, 所以 $1 \sim 3 \text{ s}$ 时间段物块所受摩擦力做正功, 故 A 正确。物块运动的位移大小等于 $v-t$ 图线与坐标轴所围图形的面积大小, 为 $x = \frac{8+16}{2} \times 1 \text{ m} + \frac{8 \times 2}{2} \text{ m} = 20 \text{ m}$, 物块平均速度大小为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{20}{3} \text{ m/s}$, 故 B 错误。物块下滑加速度与 $1 \sim 3 \text{ s}$ 时间段物块速度相同, $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 4 \text{ m/s}^2$, 根据 $x = \frac{1}{2}a_2 t_2^2$, 解得 $t_2 = \sqrt{10} \text{ s}$, 故 C 正确。产热等于阻力乘以相对位移, 所以 $0 \sim 1 \text{ s}$ 与 $1 \sim 3 \text{ s}$ 两段时间内物块与传送带间因摩擦产生的热量之比等于相对位移之比, 根据题图乙可知 $\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{\frac{1}{2} \times 8 \times 1}{\frac{1}{2} \times 8 \times 2} = \frac{1}{2}$, 故 D 错误。故选 AC。]

9. 解析: (1) 光电门被遮光时可测速度, 所以应该用透光的塑料直尺贴上不透光的黑色胶带, 光电门测黑色胶带处的速度。

(2) 由于刻度尺的分度值为 1 mm , 读数时应估读到分度值的下一位, 故其读数为 3.00 cm 。

(3) 第 1 条胶带通过光电门的速度 $v_1 = \frac{d}{t_1} = 0.5 \text{ m/s}$

故第 1 条胶带通过光电门时直尺的动能 $E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = 0.050 \text{ J}$ 。

(4) 由题可知, 第 4 条胶带通过光电门时的速度 $v_4 = \frac{d}{t_4}$

若系统的机械能守恒, 则有

$$mg \cdot 3\Delta h = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_4}\right)^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_1}\right)^2$$

$$\text{整理可得 } 6g\Delta h = \left(\frac{d}{t_4}\right)^2 - \left(\frac{d}{t_1}\right)^2$$

(5) 可以采取“减小黑色胶带的宽度”, 或者“选取间隔更远的胶带进行测量”, 或者“增加尺子的质量”来减小误差。

答案:(1)透明塑料 (2)3.00 (3)0.050

(4) $6g\Delta h = \left(\frac{d}{t_4}\right)^2 - \left(\frac{d}{t_1}\right)^2$ (5)减小黑色胶带的宽度,或者选取间隔更远的胶带进行测量,或者增加尺子的质量

10. 解析:(1)初始时对物块2进行受力分析,由题意可知轻绳无拉力,则弹簧处于压缩状态,由力的平衡条件得 $m_2g = kx_1$

解得弹簧形变量 $x_1 = \frac{m_2g}{k} = 0.4 \text{ m}$

则释放物块1前,弹簧的弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2}kx_1^2 = 8 \text{ J}$ 。

(2)释放物块1的瞬间,对物块1与物块2及轻绳组成的系统进行分析,由牛顿第二定律得

$$m_1g \cdot \sin \theta - m_2g + kx_1 = (m_1 + m_2)a_1$$

解得物块2的加速度大小 $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$ 。

(3)释放物块1后,当物块3恰好对地面无压力时,对物块3进行分析,由力的平衡条件有 $m_3g = kx_2$

对物块1、物块2及轻绳组成的系统进行分析,由能量守恒定律得

$$m_1g(x_1 + x_2) \sin \theta - m_2g(x_1 + x_2) = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + E'_p$$

其中 $E'_p = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$,解得 $v = \frac{4\sqrt{15}}{15} \text{ m/s}$ 。

答案:(1)8 J (2)4 m/s² (3) $\frac{4\sqrt{15}}{15} \text{ m/s}$

11. 解析:(1) $F-x$ 图像与坐标轴所围的面积表示 F 所做的功的大小,由题图乙可知 $0 \sim 1 \text{ mF}$ 所做的功 $W = 1.5 \times 1 \text{ J} = 1.5 \text{ J}$ 。

(2)由题图乙可知, $x=1 \text{ m}$ 时外力 F 开始变化,A、B 有相同的加速度,A 与地面间的摩擦力 $f = \mu mg$

对 A、B 整体,由牛顿第二定律得 $F - f = 2ma$

由于 B 与地面间无摩擦,对 B 由牛顿第二定律得 $F_{AB} = ma$ 联立解得 A、B 间的弹力大小 $F_{AB} = ma = 0.5 \text{ N}$ 。

(3)当 $F_{AB} = 0$ 时 A、B 分离,由(2)中分析可知 $F = f = 0.5 \text{ N}$ 时 A、B 开始分离,由题图乙可知,此时 $x = 3 \text{ m}$ 初始时水平地面上 A、B 与 P 点的距离大于 4 m,对 A、B 从开始

运动到开始分离的过程,由动能定理得 $W_F - \mu mgx = \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$

结合(1)中分析,由题图乙可得 $W_F = 3.5 \text{ J}$

假设 B 可以运动到圆弧轨道最高点 M,对 B 从两者开始分离到运动到 M 点的过程,由动能定理得

$$-mg \cdot 2r = \frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

要保证 B 能到达 M 点,则到达 M 点的速度满足 $v_M \geq \sqrt{gr}$ 联立解得 $r \leq 0.2 \text{ m}$ 。

答案:(1)1.5 J (2)0.5 N (3) $r \leq 0.2 \text{ m}$

课时作业(三十四)

1. C [根据动量定理可知,该车所受牵引力和阻力冲量的矢量和等于它动量的变化,故 A 错误;该车做初速度为 0 的匀加速直线运动,即 $v \propto t$,所以该车的动量 $p = mv \propto t$,故 B 错误,C 正确;刹车时人的动量变化是一定的,开车时系好安全带能够延长人与车的作用时间,从而减小车对人的作用力,防止人受伤,故 D 错误。]

2. C [机器人起跳过程中,地面对机器人的支持力作用点没有发生位移,所以支持力不做功,A 错误;机器人腾空后,系统除重力外不受其他外力,重心做上抛运动或斜上抛运动,其再做的动作会改变其各部分的相对位置,但不会改变重心的轨迹,B 错误;机器人落地时的屈膝下蹲动作,起到了缓冲作用,根据动量定理可知,合外力的冲量等于动量的变化量,屈膝下蹲动作延长了机器人与地面的作用时间,从而减小了其与地面的作用力,C 正确;机器人落地后迅速站起的过程中,重心先向上加速,地面对机器人的支持力大于重力,再向上减速,地面对机器人的支持力小于重力,所以地面对机器人的支持力是变化的,根据牛顿第三定律可知,机器人对地面的压力也是变化的,D 错误。]

3. C [圆盘停止转动前,小物体随圆盘做匀速圆周运动,摩擦力沿圆盘面指向中心轴提供向心力,小物体的速度沿圆周切线方向,所以摩擦力的方向与其速度方向垂直,根据牛顿第二定律可得向心力大小为 $F_n = m\omega^2 R$,故 A 错误;圆盘停止转动前,小物体运动一圈的过程中由动量定理可得 $I_f = \Delta p = mv - mv = 0$,故 B 错误;由动量定理可得 $I'_f = \Delta p' = 0 - mv = -mv = -m\omega R$,即圆盘停止转动后,小物体滑动过程所受摩擦力的冲量大小为 $m\omega R$,故 C 正确;圆盘停止转动后,小物体沿切线方向运动,故 D 错误。]

4. C [小球上升过程由牛顿第二定律有 $mg + f = ma_1$,下降过程有 $mg - f = ma_2$,其中 $f = kv$,可知 $a_1 > a_2$,D 错误;上升过程和下降过程高度 h 相同,根据 $h = \frac{1}{2}at^2$ 并结合 D 项定性分析可知,上升过程用时较短,则上升过程的平均速度大于下降过程的平均速度,上升过程空气阻力的平均值大于下降过程空气阻力的平均值,因此上升过程克服阻力做功较大,损失的机械能较多,A、B 错误;整个运动过程空气阻力做负功,由动能定理可知小球抛出速度 v_1 大于小球落到原处的速度 v_2 ,由动量定理可得上升过程合力的冲量大小 $I_{\uparrow} = mv_1$,下降过程合力的冲量大小 $I_{\downarrow} = mv_2$,则上升过程合力的冲量大于下降过程合力的冲量,C 正确。]

5. B [汽车碰撞的过程中,对滚球由动量定理得 $-F \cdot \Delta t = 0 - mv$,解得 $\Delta t = 0.1 \text{ s}$,故选 B。]

6. C [设足球弹回的方向为正方向,则足球动量变化量为 $\Delta p = mv - (-mv) = 2mv = 2 \times 0.3 \times 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,选项 A、B 错误;根据动量定理 $\bar{F} \Delta t = \Delta p$,可得足球受到脚的平均冲击力大小约为 $\bar{F} = 30 \text{ N}$,选项 C 正确,D 错误。]

7. A [根据牛顿第三定律可知磨浆对工件冲击力的的大小等于工件对磨浆冲击力的大小,磨浆垂直射向竖直工件表面后速度变为 0,以磨浆为对象,由动量定理可得 $-F \Delta t = 0 - \Delta mv = 0 - \rho \pi r^2 \cdot v \Delta t \cdot v$,联立解得 $F = \rho \pi r^2 v^2$,则 $F \propto \rho$,故选 A。]

8. B [由题图乙可知,第 1 s 内、第 2 s 内物块的位移分别为 $x_1 = 2 \text{ m}$, $x_2 = 4 \text{ m}$,则前 2 s 内拉力做的功为 $W = F_1 x_1 + F_2 x_2 = (6 \times 2 + 2 \times 4) \text{ J} = 20 \text{ J}$,故 A 错误;题图甲中图像与时间轴所包围的面积大小表示拉力的冲量大小,故前 4 s 内拉力的冲量为 $I_F = [6 \times 1 + 2 \times 1 + (-2) \times 2] \text{ N} \cdot \text{s} = 4 \text{ N} \cdot \text{s}$,故 B 正确;由题意可知,物块所受的滑动摩擦力大小为 $f = 2 \text{ N}$,假设前 4 s 内物块一直在运动,设物块在 4 s 末的速度为 v ,由动量定理有 $I_F - ft = mv - 0$,得 $v < 0$,说明在 4 s 前速度已经减为 0,速度减为 0 后保持静止,故 C、D 错误。]

9. 解析: (1) 规定铁锤初速度方向为正方向, 对铁锤分析, 则 $\Delta p = 0 - mv = -1.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
即动量变化量的大小为 $1.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 方向与初速度的方向相反。

(2) 设钉子对铁锤的平均作用力为 $\bar{F}$, 对于铁锤, 由动量定理得 $(-\bar{F} + mg)t = \Delta p$, 解得 $\bar{F} = 186 \text{ N}$

根据牛顿第三定律可得, 钉子受到的平均作用力的大小 $\bar{F}' = \bar{F} = 186 \text{ N}$ 。

答案: (1) $1.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ (2) 186 N

课时作业(三十五)

1. D [设碰前 A 球的速率为 v , 根据题意 $p_A = p_B$, 即 $mv = 2mv_B$, 得碰前 $v_B = \frac{v}{2}$, 又碰后 $v'_A = \frac{v}{2}$, 由动量守恒定律有 $mv + 2m \times \frac{v}{2} = m \times \frac{v}{2} + 2mv'_B$, 解得 $v'_B = \frac{3v}{4}$, 所以 $v'_A : v'_B = \frac{v}{2} : \frac{3v}{4} = 2 : 3$, D 正确。]

2. AC [规定运动员前进的方向为正, 根据动量守恒定律可得 $mv_1 + mv_2 = mv + mv_z$, 解得乙推甲后瞬间乙的速度为 $v_z = 6 \text{ m/s}$, 故 A 正确; 乙推甲的过程, 乙对甲的冲量等于甲动量的变化量, 则有 $I_z = \Delta p_{\text{甲}} = mv - mv_1 = 250 \text{ N} \cdot \text{s}$, 故 B 错误; 乙推甲的过程, 运动员甲的速度一直增加, 故动量一直增加, 故 C 正确; 乙推甲的过程, 运动员甲动量的变化量大小等于乙的动量的变化量大小, 故 D 错误。]

3. C [斜面 and 物块组成的系统在水平方向动量守恒, 在水平方向有 $mv_1 = Mv_2$, 所以 $mx_1 = Mx_2$, 又有 $x_1 + x_2 = \frac{h}{\tan 37^\circ}$, 联立解得 $x_2 = 0.2 \text{ m}$, A、B、D 错误, C 正确。]

4. CD [在投球过程中, 人、车和球组成的系统所受的合外力不为 0, 虽然系统动量不守恒, 但水平方向不受外力, 系统水平动量守恒, 球有水平向左的动量, 则人和车组成的系统获得水平向右的动量, 故 A、B 错误; 设一个球的质量为 m , 人、车和其余球的质量为 M , 人扔球时到左筐的水平距离为 L , 根据水平方向动量守恒 $mv_{\text{球}} = Mv_{\text{车}}$, 则 $mx_{\text{球}} = Mx_{\text{车}}$, 又 $x_{\text{球}} + x_{\text{车}} = L$, 解得 $x_{\text{车}} = \frac{m}{m+M}L$, 故 C 正确; 当球全部投入左边的筐中时, 根据系统水平方向动量守恒可知, 系统总动量为 0, 则小车的速度为 0, 故 D 正确。]

5. BD ["起花"升空获得的推力是竖直向下喷出的火药施加的, 故 A 错误; 火药喷出时, 由于内力远大于外力, 所以"起花"(含火药)组成的系统可以近似认为动量守恒, 故 B 正确; 点火后, 设"起花"上升过程中获得的最大速度为 v_1 , 根据动量守恒定律有 $0 = (M - m)v_1 - mv_0$, 得 $v_1 = \frac{mv_0}{M - m}$, 故 C 错误; 根据题意, "起花"升到最高点时炸裂为质量之比为 2 : 1 的两块碎块, 速度大小之比为 1 : 2, 即质量大的和质量小的碎块开始做平抛运动的初速度大小之比为 1 : 2, 落地时水平方向的速度大小之比为 1 : 2, 由于落地时竖直方向的速度相等, 不是 1 : 2, 所以落地时的速度大小之比不可能是 1 : 2, 即质量小的碎块落地时的速度大小不可能为 $2v$, 故 D 正确。]

6. C [A、B 质量相等, 碰撞后速度交换, 碰撞后 A 的速度为 0, 故 A 错误; 球脱离半圆槽后, 水平方向的运动与半圆槽完全相

同, 所以还会掉落在半圆槽中, 故 B 错误; B 与 C 相当于质量相等的两个物体相互作用, 球第一次回到槽内最低点时, 速度互换, 所以槽的速度为 0, 故 C 正确; 根据动量守恒, B 会一直向右运动, 故 D 错误。]

7. BC [由于两小球碰撞过程中机械能守恒, 可知两小球碰撞过程是弹性碰撞, 由于两小球质量相等, 故碰撞后两小球交换速度, 即 $v_M = 0$, $v_N = v$, 碰后小球 N 做平抛运动, 在水平方向做匀速直线运动, 即水平地面上的垂直投影的运动速度大小等于 v ; 在竖直方向上做自由落体运动, 即竖直墙面上的垂直投影的运动是匀加速运动, 故选 BC。]

8. AD [爆炸瞬间, A、B 组成的系统动量守恒, 由动量守恒定律有 $0 = m_A v_A - m_B v_B$, 则 $m_A v_A = m_B v_B$, 代入数据得速度大小 $v_A = 2v_B$, A 正确; 若 A、B 与木板 C 上表面间的动摩擦因数相同, 则 A、B 受到的摩擦力大小不相等, 则 A、B 组成的系统所受合力不为 0, A、B 组成的系统动量不守恒, B 错误; 对 A、B、C 整体分析, 所受合外力为 0, 则 A、B、C 组成的系统动量守恒, C 错误; 木板 C 足够长, A、B、C 组成的系统总动量为 0, 因 A、B 与 C 之间的摩擦力做负功, 系统机械能减小, 故三者最终速度为 0, 即 A、B 的动能全部转化为内能, 为 27 J , D 正确。]

9. 解析: (1) 对球 C, 下落过程机械能守恒, 有

$$mgl = \frac{1}{2}mv_0^2$$

球 C 上升过程, 对球 C 和木块 A 分析, 水平方向动量守恒, 取向左为正方向, 有

$$mv_0 = 2mv$$

$$\text{由系统机械能守恒有 } \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$$

$$\text{联立解得 } h = \frac{1}{2}l。$$

(2) 对球 C 和 A、B 组成的系统, 水平方向平均动量守恒, 有 $0 = m\bar{v}_1 - 2m\bar{v}_2$

$$\text{即 } 0 = mx_1 - 2mx_2$$

$$\text{又 } x_1 + x_2 = l, x_C = \sqrt{x_1^2 + l^2}$$

$$\text{联立得 } x_C = \frac{\sqrt{13}}{3}l。$$

$$\text{答案: (1) } \frac{1}{2}l \quad (2) \frac{\sqrt{13}}{3}l$$

课时作业(三十六)

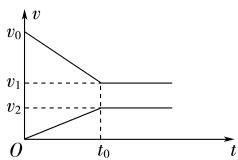
1. C [通常碰撞时间很短, 但物体仍然受力, 会发生形变, 故 A 错误; 质量不等的物体碰撞, 由动量守恒可知, 两物体动量变化量大小相等, 故 B 错误; 物体碰撞前后, 无外力对系统做功, 系统的机械能不会增加, 故 C 正确; 物体在非弹性碰撞过程中, 相互作用力做功的代数和为负值, 从而使部分机械能转化为内能, 故 D 错误。]

2. B [虽然题干给出的四个选项均满足动量守恒定律, 但 A、D 两项中, 碰后 A 的速度 v'_A 大于 B 的速度 v'_B , 不符合实际, 所以 A、D 项错误; C 项中, 两球碰后的总动能 $E_{\text{后}} = \frac{1}{2}m_A v'^2_A + \frac{1}{2}m_B v'^2_B = 57 \text{ J}$, 大于碰前的总动能 $E_{\text{前}} = \frac{1}{2}m_A v^2_A + \frac{1}{2}m_B v^2_B = 22 \text{ J}$, 违背了能量守恒定律, 所以 C 项错误; 而 B 项既符合实际情况, 也不违背能量守恒定律, 所以 B 项正确。]

3. B [根据题意可知,两球碰撞时间极短,且不计一切摩擦,则碰撞过程中,两球组成的系统动量守恒,选项 A 表示碰撞后小球 2 与小球 1 初速度方向相反,不符合实际,故 A 错误;选项 B 表示两球碰撞后共速,可能实现,故 B 正确;选项 C、D 表示两球碰撞后,两球组成的系统动量增加,不符合动量守恒定律,故 C、D 错误。]

4. C [$x-t$ 图像的斜率表示物体的速度,根据题中 $x-t$ 图像可知,碰撞前 m_1 的速度大小为 $v_0 = \frac{4}{1} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$, m_2 的速度为 0,故碰撞前 m_1 的速率大于 m_2 的速率, A 错误;两物体正碰后, m_1 的速度大小为 $v_1 = \frac{4}{3-1} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$, m_2 的速度大小为 $v_2 = \frac{8-4}{3-1} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$,故碰撞后两物体的速率相等, B 错误;两物体碰撞过程中满足动量守恒定律,有 $m_1 v_0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2$,解得两物体质量的关系为 $m_2 = 3m_1$,根据动量的表达式 $p = mv$,可知碰撞后 m_2 的动量大小大于 m_1 的动量大小,根据动能的表达式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,可知碰撞后 m_2 的动能大于 m_1 的动能, C 正确, D 错误。]

5. D [由于子弹的质量小于木块的质量,由牛顿第二定律可知,子弹的加速度大小大于木块的加速度大小,子弹和木块的 $v-t$ 图像如图所示,在子弹穿过木块的过程中,设子弹和木块的位移分别为 x_1 、 x_2 ,设子弹在木块内运动受到恒定阻力 f 的作用,木块的长度为 L ,由功能关系知系统产生的热量 $Q = fL$,木块的动能 $E_k = fx_2$,由图可知 $L = x_1 - x_2 > 2x_2$,则 $Q > 2E_k$,故选 D。]



6. C [对游客,从山坡滑下的过程有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$,解得 $v = 6 \text{ m/s}$,游客恰好不会脱离浮板,根据动量守恒有 $mv = 2mv_{\text{共}}$,根据能量守恒有 $\mu mgL = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_{\text{共}}^2$,解得 $\mu = 0.5$,故选 C。]

7. D [当 A、B 速度相同时,弹簧被压缩到最短,弹簧的弹性势能最大,以 A、B 组成的系统为研究对象,以 A 的初速度方向为正方向,由动量守恒定律得 $mv_0 = 2mv$,解得 $v = \frac{v_0}{2}$,则 A、B 速度都不为 0,故 A、B 错误;对 B,根据动能定理可得弹簧对物体 B 所做的功 $W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{8}mv_0^2$,故 C 错误;在弹簧的弹性势能逐渐增大的过程中,弹簧对物体 A 和物体 B 的弹力大小相等、方向相反,根据 $I = Ft$ 可知,弹簧对物体 A 和物体 B 的冲量大小相等、方向相反,故 D 正确。]

8. BC [该过程系统在水平方向动量守恒,竖直方向动量不守恒,故 A 错误; A 滑上 B 的圆弧面顶端,有 $mv_0 = (m+m_B)v$, $mgR = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+m_B)v^2$,解得 $m_B = m$,故 B 正确; A 滑上 B 的过程, A 和 B 组成的系统在水平方向动量守恒,有 $mv_0 = mv_A + mv_B$,故 $mv_0 t = mv_A t + mv_B t$, $x_A = v_A t$, $x_B = v_B t$, $x_A + x_B = v_0 t$, $x_A - x_B = R$,解得 $x_B = \frac{2\sqrt{gRt} - R}{2}$,故 C 正确;由于 A 和 B 质量相等, A 和 B 分离时,相当于发生

弹性碰撞, A 和 B 交换速度, A 的速度为 0, B 的速度大小为 $2\sqrt{gR}$,故 D 错误。]

9. 解析: (1) 设子弹的初速度为 v_1 , 击中 C 后, 二者共同的速度为 v_2 , 规定向右为正方向, 由动量守恒有 $mv_1 = (m+M)v_2$ 当 C 到达 P 点时, 由机械能守恒有

$$\frac{1}{2}(m+M)v_2^2 = (m+M)gl$$

联立解得 $v_2 = \sqrt{2gl} = 2 \text{ m/s}$, $v_1 = 8 \text{ m/s}$ 。

(2) 设小球 C 到最高点时速度为 v_3 , 由动量守恒定律有

$$(m+M)v_2 = (m+3M)v_3$$

由机械能守恒有 $\frac{1}{2}(m+M)v_2^2 = \frac{1}{2}(m+3M)v_3^2 + (m+M)gh$

联立解得 $h = 0.12 \text{ m}$ 。

答案: (1) 8 m/s (2) 0.12 m

课时作业(三十七)

1. 解析: (1) 由于实验中必须保证向右运动的小球 a 与静止的小球 b 碰撞后两球均向右运动, 因此实验中小球 a 的质量应大于小球 b 的质量, 即 $m_a > m_b$ 。

(2) 对两小球的碰撞过程, 由动量守恒定律有 $m_a v = m_a v_a + m_b v_b$, 由于小球从轨道右端飞出后做平抛运动, 且小球落点与轨道右端的竖直高度相同, 则结合平抛运动规律可知, 小球从轨道右端飞出后在空中运动的时间相等, 设此时间为 t , 则 $m_a vt = m_a v_a t + m_b v_b t$, 即 $m_a x_P = m_a x_M + m_b x_N$ 。

答案: (1) $>$ (2) $m_a x_P = m_a x_M + m_b x_N$ 小球从轨道右端飞出后做平抛运动, 且小球落点与轨道右端的竖直高度相同, 结合平抛运动规律可知小球从轨道右端飞出后在空中运动的时间相等(合理即可)

2. 解析: (1) 为保证两硬币在碰撞过程中硬币甲不被反弹, 硬币甲的质量应大于硬币乙的质量, 由题意 $m_1 > m_2$, 所以硬币甲为一元硬币。

(2) 设硬币甲在 O 点的速度为 v_0 , 从 O 点到 P 点由动能定理有 $-\mu m_1 g s_0 = 0 - \frac{1}{2}m_1 v_0^2$, 解得 $v_0 = \sqrt{2\mu g s_0}$ 。

(3) 设甲、乙两硬币碰撞后瞬间的速度分别为 v_1 、 v_2 , 根据甲、乙两硬币碰撞过程中动量守恒, 有 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$, 碰撞后, 对硬币甲由动能定理有 $-\mu m_1 g s_1 = 0 - \frac{1}{2}m_1 v_1^2$, 得 $v_1 = \sqrt{2\mu g s_1}$, 对硬币乙由动能定理有 $-\mu m_2 g s_2 = 0 - \frac{1}{2}m_2 v_2^2$, 解

得 $v_2 = \sqrt{2\mu g s_2}$, 则 $\frac{\sqrt{s_0} - \sqrt{s_1}}{\sqrt{s_2}} = \frac{m_2}{m_1}$ 。

(4) 甲、乙两硬币发生的是非对心碰撞; 数据测量不准确, 包括质量的测量和距离的测量等。

答案: (1) 一元 (2) $\sqrt{2\mu g s_0}$ (3) $\frac{m_2}{m_1}$ (4) 见解析

3. 解析: (1) 若气垫导轨水平, 则滑块在气垫导轨上做匀速直线运动, 则遮光条先后通过光电门 1、2 的时间 Δt 、 $\Delta t'$ 是相等的。

(2) 根据动量守恒定律得 $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2$

若设遮光条的宽度为 d , 则 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$, $v_1' = \frac{d}{\Delta t_3}$, $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$

代入式子可得 $m_1 \cdot \frac{1}{\Delta t_1} = m_1 \cdot \frac{1}{\Delta t_3} + m_2 \cdot \frac{1}{\Delta t_2}$

即还需要测量的物理量为滑块(含遮光条)1、2的质量 m_1 和 m_2 ,而遮光条的宽度可以约掉,与两光电门间的距离 L_0 和滑块1、2的宽度 L_1 和 L_2 无关,故选D。

(3)据(2)分析可以得出要验证动量守恒定律,即要验证 $m_1 \cdot \frac{1}{\Delta t_1} = m_1 \cdot \frac{1}{\Delta t_3} + m_2 \cdot \frac{1}{\Delta t_2}$ 成立。

答案:(1)= (2)D (3) $m_1 \cdot \frac{1}{\Delta t_1} = m_1 \cdot \frac{1}{\Delta t_3} + m_2 \cdot \frac{1}{\Delta t_2}$

4. 解析:(1)为了保证小球A碰撞小球B之前的速度不变,每次释放小球A时,必须从斜槽上同一位置由静止释放。

(2)为了避免入射小球发生反弹,又要使两个小球碰撞之后都直接向前做平抛运动,则小球A的质量 m_1 与小球B的质量 m_2 应满足 $m_1 > m_2$ 。

(3)小球做平抛运动,则有

$$h = \frac{1}{2}gt^2, x_2 = v_0t, x_1 = v_1t, x_3 = v_2t$$

根据动量守恒定律有 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$

可得 $m_1x_2 = m_1x_1 + m_2x_3$ 。

(4)题图乙中,令木板与小球飞出点之间的间距为 L ,则有 $L = v_1t_1, L = v_2t_2, L = v_3t_3$

$$\text{竖直方向有 } x_1 = \frac{1}{2}gt_1^2, x_2 = \frac{1}{2}gt_2^2, x_3 = \frac{1}{2}gt_3^2$$

根据动量守恒定律有 $m_1v_2 = m_1v_3 + m_2v_1$

$$\text{可得 } \frac{m_1}{\sqrt{x_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{x_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{x_1}}$$

可知,采用题图乙实验装置验证动量守恒定律的关系式是②。

答案:(1)同一位置由静止 (2)>

(3) $m_1x_2 = m_1x_1 + m_2x_3$ (4)②

章末巩固(六)

1. A [甲推乙的作用力与乙对甲的作用力是一对作用力和反作用力,根据牛顿第三定律可知,这两个力大小相等,方向相反,这两个力的作用时间也相同,根据冲量的定义式 $I = Ft$ 可知 F_1 的冲量与 F_2 的冲量大小相等,故A正确,B、C、D错误。]

2. C [规定向右为正方向,由动量守恒有 $(M+m)v_0 = -mv + Mv_{\text{基}}$,解得 $v_{\text{基}} = v_0 + \frac{m(v_0+v)}{M}$,故选C。]

3. D [质点沿 x 轴正方向做初速度为0的匀加速直线运动,则有 $v^2 = 2ax$,而动量 $p = mv$,联立可得 $p = m\sqrt{2ax} = m\sqrt{2a} \cdot x^{\frac{1}{2}}$,且 $x > 0$,故相轨迹可能为D。]

4. C [小球在半圆形凹槽内运动的过程中,由于半圆形凹槽的弹力对小球做功,则小球的机械能不守恒,故A错误;小球和凹槽构成的系统竖直方向所受合外力不为0,则动量不守恒,但水平方向所受合外力为0,则水平方向动量守恒,小球从A点到B点,设凹槽向左移动 x ,则由水平方向动量守恒可得 $3mx - m(2R - x) = 0$,解得 $x = \frac{R}{2}$,故B错误,C正确;小球运动到最低点时速度最大,若凹槽不动,则小球到达最低点时 $mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv^2$,解得 $v = 2\sqrt{gR}$,根据牛顿第二定律有 $F - mg = m\frac{v^2}{R}$,解得 $F = mg + m\frac{v^2}{R} = 5mg$,此时对凹槽的压力为 $5mg$,但因凹槽向左运动,则小球到达最低点时,相对于凹槽的速度不等于 $2\sqrt{gR}$,故小球运动到凹槽最低点时,对凹槽

的压力不等于 $5mg$,故D错误。]

5. C [第一次把A、B粘在一起静置在光滑水平面上,质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射向木块A,恰好将木块A击穿,但未穿入木块B,由动量守恒定律得 $mv_0 = (8m+m)v_1$,解得 $v_1 = \frac{v_0}{9}$,由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(8m+m)v_1^2 + fd$,解得 $f = \frac{4}{9d}mv_0^2$;第二次只放置木块B,子弹以同样的速度水平射向B,由动量守恒定律得 $mv_0 = (4m+m)v_2$,解得 $v_2 = \frac{1}{5}v_0$,由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(4m+m)v_2^2 + fd'$,解得 $f = \frac{2mv_0^2}{5d'}$,联立可得 $d' = \frac{9}{10}d$,所以子弹不能击穿木块B,子弹进入木块的深度为 $\frac{9}{10}d$,故选C。]

6. AD [根据题意,因 $x-t$ 图像的斜率表示速度,可知碰撞前 m_1 和 m_2 的速度分别为 $v_1 = 4 \text{ m/s}$, $v_2 = 0$,碰撞后两物体的速度分别为 $v_1' = -2 \text{ m/s}$, $v_2' = 2 \text{ m/s}$,则题中图线①为碰后 m_2 的图线;碰撞后两物体的速度等大反向;以 v_1 的方向为正方向,根据动量守恒定律得 $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$,解得 $m_2 = 3 \text{ kg}$,碰前: $E_{k0} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + 0 = 8 \text{ J}$,碰后: $E_{k1} = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2 = 8 \text{ J}$,故两个物体发生弹性碰撞,故选AD。]

7. AC [1.9~2.5 s时间段,运动员在空中做竖直上抛运动,初速度 $v_0 = g\frac{t_2}{2} = 3 \text{ m/s}$,故A正确;由题图可知,0~1.0 s时间段运动员静止在传感器上,故 $mg = F = 800 \text{ N}$,所以 $m = 80 \text{ kg}$,1.0~1.9 s时间段是起跳过程,由动量定理得 $I - mgt_1 = mv_0$,代入数据可得 $I = 960 \text{ N} \cdot \text{s}$,故B错误;以竖直向上为正方向,对运动员在2.5~3.1 s时间段由动量定理得 $\overline{F}t_3 - mgt_3 = 0 - m(-v_0)$,代入数据可得 $\overline{F} = 1200 \text{ N}$,故C正确;在1.0~1.9 s与2.5~3.1 s两段时间,运动员的动量变化量相等,由 $I_{\text{合}} = \Delta p$ 可知运动员所受合力的冲量相同,故D错误。]

8. ACD [由题图可知, $t = 3 \text{ s}$ 时物块和木板达到共同速度,选项A正确;根据 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,可知物块的初速度 $v_0 = 4 \text{ m/s}$,共同速度 $v = 1 \text{ m/s}$,根据动量守恒得 $mv_0 = (m+M)v$,解得 $M = 4.5 \text{ kg}$,选项B错误;由动量定理,对木板有 $\mu mgt = Mv$,解得物块与木板之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.1$,选项C正确;由能量关系有 $-\mu mgx = \frac{1}{2}(m+M)v^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$,解得 $x = 6 \text{ m}$,即木板的最短长度为6 m,选项D正确。]

9. 解析:(1)①由题图乙可知遮光条的宽度 $d = 1 \text{ mm} + 19.6 \times 0.01 \text{ mm} = 1.196 \text{ mm}$ 。

②若要求碰撞动能损失最小,则应选分别装有弹性圈的两滑块,故选A。

(2)①为了保证两球发生对心正碰,两球相碰时,两球球心必须在同一水平面上,故A正确;因为两小球做平抛运动下落的高度相同,所用时间相同,所以可以用小球的水平位移代替抛出时的初速度,不需要用停表测时间,故B错误;为了保证小球抛

出时的速度处于水平方向,安装轨道时,轨道末端必须水平,故 C 正确;为了保证入射球每次碰撞前瞬间的速度相同,在同一组实验的不同碰撞中,每次入射球都必须从同一高度由静止释放,故 D 正确。

②用最小圆的圆心定位小球的落点,其目的是减小偶然误差。

③设入射小球碰撞前瞬间的速度为 v_0 ,碰撞后瞬间入射小球和被碰小球的速度分别为 v_1 、 v_2 ;根据动量守恒得 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$,若两球发生弹性碰撞,根据能量守恒得 $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$,联立可得 $v_0 + v_1 = v_2$,由于两小球做平抛运动下落的高度相同,所用时间相同,则有 $v_0 t + v_1 t = v_2 t$,可得 $OB + OA = OC$,即 $OB = OC - OA$,故选 A。

答案:(1)①1.196(1.195~1.197 均可) ②A (2)①ACD

②偶然误差 ③A

10. 解析:(1)花炮发射后做竖直上抛运动,设发射时的初速度为 v_0 ,则有 $v_0^2 = 2gh$,解得 $v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 180} \text{ m/s} = 60 \text{ m/s}$

以向上的方向为正方向,对花炮由动量定理可得

$$(\bar{F} - mg)t_1 = mv_0$$

$$\text{解得 } \bar{F} = mg + \frac{mv_0}{t_1} = 310 \text{ N}.$$

(2)花炮爆炸时,动量守恒,由动量守恒定律可得

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

爆炸后两物块做平抛运动,水平方向做匀速运动,竖直方向做

自由落体运动,两物块运动的时间相同,则有 $\frac{x_1}{x_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4}$

$$\text{又 } m_1 + m_2 = 1 \text{ kg}$$

$$\text{联立解得 } m_1 = 0.8 \text{ kg}, m_2 = 0.2 \text{ kg}.$$

答案:(1)310 N (2)0.8 kg 0.2 kg

11. 解析:(1)对 A 从开始运动至运动到最低点的过程,根据动能定理有

$$mgl(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$$

在最低点,对 A 由牛顿第二定律有

$$T - mg = \frac{mv_0^2}{l}$$

根据牛顿第三定律得 $T' = T$

联立解得细绳 OP 受到的拉力大小 $T' = 40 \text{ N}$ 。

(2)由于碰撞时间极短,则碰撞过程 A、C 组成的系统水平方向动量守恒,有

$$mv_0 = 0 + mv_C$$

结合(1)解得 $v_C = 4 \text{ m/s}$ 。

(3)C 与 B 相互作用的过程,系统所受合外力为 0,动量守恒,则有

$$mv_C = (m + 3m)v_{\text{共}}$$

根据能量守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}(m + 3m)v_{\text{共}}^2 + \mu mg \Delta x$$

联立解得 $\mu = 0.15$ 。

答案:(1)40 N (2)4 m/s (3)0.15

课时作业(三十八)

1. AC [根据简谐运动的对称性可知,振子零时刻向右经过 A 点,2 s 后第一次到达 B 点,已知振子经过 A、B 两点时的速度

大小相等,则 A、B 两点关于平衡位置对称,而振子经过了半个周期的运动,则周期 $T = 2t = 4 \text{ s}$,故 A 正确,B 错误;从零时刻经过 A 点到第一次经过 B 点的过程经过了半个周期的振动,路程 $s = 0.4 \text{ m}$,则一个完整的周期路程为 0.8 m ,根据 $4A = 0.8 \text{ m}$,解得振幅 $A = 0.2 \text{ m}$,故 C 正确,D 错误。]

2. B [由题意可知,微粒 Q 以 P 点为平衡位置做简谐运动,可知越靠近平衡位置,微粒 Q 的速度越大,加速度越小,则微粒 Q 的速度增大,加速度一定减小,速度减小,加速度一定增大,A、C、D 错误,B 正确。]

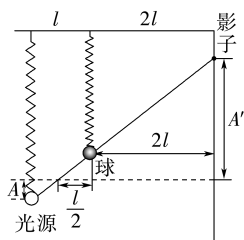
3. B [装置在太空中处于完全失重状态,一切与重力有关的现象都将消失,但题图甲中的小球依然受弹簧的弹力作用,故仍将来回振动,选项 A 错误,B 正确;题图乙中的小球在地面上由静止释放时,所受的回弹力是重力的分量,而在空间站中处于完全失重状态,回弹力为 0,则小球由静止释放后,仍静止,选项 C、D 错误。]

4. D [飞轮从以角速度 ω_0 转动到逐渐慢下来,在某一小段时间内机器发生了强烈的振动,说明此过程机器的固有频率与驱动频率相等形成了共振,当飞轮转动的角速度从 0 较缓慢地增大到 ω_0 ,在这一过程中,当机器的固有频率与驱动频率相等时,会形成共振的现象,机器还会发生强烈的振动,故 A、B 错误;当机器的飞轮以角速度 ω_0 匀速转动时,其振动不强烈,则机器若发生强烈振动,强烈振动时飞轮的角速度肯定不为 ω_0 ,故 C 错误,D 正确。]

5. C [由题图可知,鱼漂在上升过程中,鱼漂先加速上浮,后减速上浮,所以鱼漂在上升过程中先超重后失重,故 A 错误;鱼漂静止时,鱼漂浸在水中的部分的长度为总长度的一半,即所受浮力等于重力,当刚好全部没入水中时,浮力等于 2 倍的重力,而回复力为鱼漂所受的合力,所以最大回复力等于重力,故 B 错误;由牛顿第二定律 $F_{\text{回}} = ma$,得到其最大加速度为 g ,故 C 正确;鱼漂做简谐运动的振幅为 $A = \frac{1}{2}L$,在一个周期内其通过的路程应为 $x = 4A = 2L$,故 D 错误。]

6. C [由振动图像可知甲、乙两个单摆周期之比为 $T_{\text{甲}} : T_{\text{乙}} = 0.8 : 1.2 = 2 : 3$,根据单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$,可得 $l = \frac{gT^2}{4\pi^2}$,则甲、乙两个单摆的摆长之比为 $l_{\text{甲}} : l_{\text{乙}} = T_{\text{甲}}^2 : T_{\text{乙}}^2 = 4 : 9$,故选 C。]

7. D [以竖直向上为正方向,根据题图乙可知, t_1 时刻,小球位于平衡位置,随后位移为负值,且位移增大,可知, t_1 时刻小球向下运动,故 A 错误;以竖直向上为正方向, t_2 时刻光源的位移为正值,由题知光源做简谐运动,根据 $F_{\text{回}} = -kx = ma$,可知其加速度方向与位移方向相反,位移方向向上,则加速度方向向下,故 B 错误;根据题图乙可知,小球与光源的振动步调总是相反,由于影子是光源发出的光被小球遮挡后,在屏上留下的阴影,可知影子与小球的振动步调总是相同,即 t_2 时刻小球与影子的相



位差为 0,故 C 错误;如图所示,根据相似三角形有 $\frac{\frac{l}{2}}{\frac{l}{2} + 2l} =$

$\frac{A}{A'}$, 解得 $A'=5A$, D 正确。]

8. D [由于 0 时刻该质点正在向正方向运动且位移为振幅的一半, 结合数学知识有 $\frac{\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6}}{2\pi}=\frac{0.2\text{ s}}{T}$, 解得 $T=1.2\text{ s}$, 故 A 错误; 该质点的振动方程形式为 $y=A\sin(\omega t+\varphi)$, 其中 $A=10\text{ cm}$, $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{5\pi}{3}\text{ rad/s}$, $t=0$ 时有 $5\text{ cm}=10\text{ cm}\cdot\sin\varphi$, 得 $\varphi=\frac{\pi}{6}$, 故该质点的振动方程为 $y=10\sin(\frac{5\pi}{3}t+\frac{\pi}{6})\text{ cm}$, 故 B 错误; 由题图可知, 0.6 s 时质点正沿负方向运动, 速度正在减小, 0.8 s 时质点位于负向最大位移处, 其加速度沿正方向且最大, 故 C 错误, D 正确。]

9. AC [对左侧小物块, 设沿斜面向下的位移为 x , 则有 $T+kx-mg\sin\theta=ma$, 此时, 对右侧小物块, 有 $mg\sin\theta+kx-T=ma$, 联立可得 $2kx=2ma=2F$, 则左侧小物块受到的合外力 $F=ma=kx$, 方向与位移方向相反, 故其做简谐运动, 故 A 正确; 根据以上分析, 可得 $2T=2mg\sin\theta$, 绳子拉力保持不变, 故 B 错误; 同理可知, 右侧小物块也做简谐运动, 根据对称性, 其在最高和最低位置的加速度大小相等, 故 C 正确; 弹簧振子振动周期 $T_{\text{周}}=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, 与斜面夹角无关, 故 D 错误。]

10. C [根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, 可知 $T_{\text{丁}}>T_{\text{丙}}>T_{\text{乙}}>T_{\text{甲}}$, 根据题意可得 $2T_{\text{甲}}=\frac{3T_{\text{乙}}}{2}=T_{\text{丙}}=\frac{T_{\text{丁}}}{2}$, 可得 $T_{\text{丙}}=2T_{\text{甲}}$, $T_{\text{乙}}=\frac{4}{3}T_{\text{甲}}$, $T_{\text{丁}}=4T_{\text{甲}}$, 即 $T_{\text{甲}}:T_{\text{乙}}:T_{\text{丙}}:T_{\text{丁}}=1:2$, 根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, 结合 $T_{\text{丙}}:T_{\text{丁}}=1:2$, 可得小球丙、丁的摆长之比 $L_{\text{丙}}:L_{\text{丁}}=1:4$, 故 C 正确, D 错误; 小球甲第一次回到释放位置时, 即经过 $T_{\text{甲}}$ (即 $\frac{T_{\text{丙}}}{2}$) 时间, 小球丙到达另一侧最高点, 此时速度为 0, 位移最大, 根据 $a=-\frac{kx}{m}$ 可知此时加速度最大, 故 A 错误; 根据上述分析可得 $T_{\text{乙}}=\frac{1}{3}T_{\text{丁}}$, 小球丁第一次回到平衡位置时, 小球乙振动的时间为 $\frac{T_{\text{丁}}}{4}$ (即 $\frac{3T_{\text{乙}}}{4}$), 可知此时小球乙经过平衡位置, 此时速度最大, 动能最大, 故 B 错误。]

课时作业(三十九)

1. 解析: (1) 秒表示数为小盘的读数加上大盘的读数, 则示数为 $60\text{ s}+36.1\text{ s}=96.1\text{ s}$ 。
(2) 通常在平衡位置开始计时, 此时小球的速度最大, 特征明显, 即在 A 位置开始计时。
(3) 设小球的直径为 d , 由单摆的周期公式可知 $T=2\pi\sqrt{\frac{L+\frac{d}{2}}{g}}$, 解得 $L=\frac{gT^2}{4\pi^2}-\frac{d}{2}$, 在 $L-T^2$ 图像中, 其斜率为 k , 则有 $k=\frac{g}{4\pi^2}$, 所以 $g=4\pi^2k$ 。由上述分析可知, 图线不过坐标原点的主要原因是漏掉小球半径或把摆线长度 L 作为摆长。
答案: (1) 96.1 (2) A (3) $4\pi^2k$ 漏掉小球半径或把摆线长

度 L 作为摆长

2. 解析: (1) 由于 30 次全振动所用的时间为 t , 则 1 次全振动的时

间, 即振动周期 $T=\frac{t}{30}$ 。

(2) 弹簧振子平衡时, 由力的平衡条件有 $k(l-l_0)=Mg$, 又 $T=2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$, 联立可得 $l=l_0+\frac{g}{4\pi^2}T^2$ 。

(3) 结合(2)问分析可知 $l-T^2$ 图线的斜率 $k'=\frac{g}{4\pi^2}$, 由题图乙可知 $k'=\frac{0.54-0.474}{0.57-0.3}\text{ m/s}^2$, 联立解得 $g\approx 9.65\text{ m/s}^2$ 。

(4) 空气阻力会使本实验中的振动系统做阻尼振动, 即本实验中的振动系统并不是理想化的弹簧振子, 而在本实验中是将振动系统理想化为弹簧振子, 从而测出重力加速度的, 所以空气阻力是本实验的一个误差来源, A 正确; (2) 问分析中将弹簧振子的质量等效为托盘及其上物体的总质量, 但是实际上弹簧的质量会影响弹簧振子的质量, 所以弹簧质量不为 0 是本实验的一个误差来源, B 正确; 由于数字计时器记录的是 30 次全振动的时

间, 所以光电门的位置只要在托盘经过的位置均可, 即光电门的位置稍微偏离托盘的平衡位置不是本实验的误差来源, C 错误。

答案: (1) $\frac{t}{30}$ (2) $l_0+\frac{g}{4\pi^2}T^2$ (3) 9.65 (9.55~9.75 均可)

(4) AB

3. 解析: (1) 选择题图甲方式的目的是要保持摆动中摆长不变。

(2) 摆球直径为 $d=1.0\text{ cm}+6\times 0.1\text{ mm}=1.06\text{ cm}$ 。

(3) 根据单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, 可得单摆的摆长为 $L=\frac{gT^2}{4\pi^2}$, 从平衡位置拉开 5° 的角释放, 可得振幅为 $A=L\sin 5^\circ\approx\frac{5^\circ}{180^\circ}\pi L=\frac{\pi L}{36}$, 以该位置为计时起点, 根据简谐运动规律可得摆球偏离平衡位置的位移 x 与时间 t 的关系为 $x=A\cos\omega t=\frac{gT^2}{144\pi}\cos(\frac{2\pi}{T}t)$ 。

答案: (1) 摆长 (2) 1.06

(3) $x=\frac{gT^2}{144\pi}\cos(\frac{2\pi}{T}t)$ [或 $\frac{gT^2\sin 5^\circ}{4\pi^2}\cos(\frac{2\pi}{T}t)$]

4. 解析: (1) 将小球用不可伸长的细线系好, 将细线上端在铁架台的横杆上系紧固定, 确保摆长不变, 故 A 正确; 摆长一定的情况下, 摆角应小于 5° 才能看作简谐运动, 故 B 错误; 为减小空气阻力对实验的影响, 应选择质量大、体积小的小球, 以减小实验的系统误差, 故 C 正确; 改变摆长, 重复实验, 将测得的多次重力加速度取平均值可以减小偶然误差, 故 D 正确。

(2) 磁性小球通过最低点时, 手机软件中的“磁力计”显示磁感应强度最大, 磁性小球连续 3 次通过最低点所用的时间为一个周期, 根据题图乙可知 $1.5T=t_0$ 。

解得单摆的周期为 $T=\frac{2}{3}t_0$ 。

(3) 若测摆长时漏测了摆球的半径, 根据单摆周期公式 $T=$

$$2\pi\sqrt{\frac{L+\frac{d}{2}}{g}}$$

变形得 $T^2=\frac{4\pi^2}{g}L+\frac{2\pi^2d}{g}$

结合 T^2-L 图像斜率的含义, 图像斜率 $k = \frac{4\pi^2}{g} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$

解得重力加速度 $g = 4\pi^2 \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$

根据上述重力加速度的求解过程可知 T^2-L 图像未过原点, 不影响重力加速度测量的准确性, 因此 g 的测量值等于真实值, 即 $g_{\text{测}} = g_{\text{真}}$ 。

答案: (1) ACD (2) $\frac{2t_0}{3}$ (3) $4\pi^2 \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$ 不变

课时作业(四十)

1. D [根据弹簧的振动情况可知, 质点的运动情况与机械波的传播方向在同一直线上, 所以该波为纵波, A 错误; 机械波在同一介质中的传播速度相同, 由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知推、拉弹簧的周期(波的周期)越短, 波长越短, B 错误; 标记物振动的速度为该波上质点的振动速度, 与波的传播速度无关, C 错误; 标记物由静止开始振动的现象表明机械波能传递能量, D 正确。]

2. B [由题图可知简谐波的波长为 $\lambda = 2$ m, 所以周期为 $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 2$ s, 当 $t = 1$ s 时, $x = 1.5$ m 处的质点运动半个周期到达波峰处, 故相对平衡位置的位移为 0.1 m, 故选 B。]

3. AD [频率由波源决定, 在不同介质中传播时频率不变, C 错误; A_5 音和 D_6 音的频率不同, 但都是声波, 两种频率的声波在空气中传播时的波速相同, B 错误; 由于 A_5 音的频率小于 D_6 音的频率, 由 $v = \lambda f$ 可知, 在空气中传播时, A_5 音的波长大于 D_6 音的波长, A 正确; 由 $\lambda = \frac{v}{f}$ 可知 $\Delta\lambda = \frac{\Delta v}{f}$, 两种频率的声波由空气进入水中速度的改变量相同, 由于 A_5 音的频率小于 D_6 音的频率, 所以 A_5 音的波长改变量大于 D_6 音的, D 正确。]

4. BC [频率只与波源有关, 同一波源产生的波在不同介质中的频率相同, A 错误; 根据匀速直线运动规律可得 $t_{\text{空}} = \frac{d}{v_{\text{空}}}$, $t_{\text{水}} = \frac{d}{v_{\text{水}}}$, $\Delta t = t_{\text{空}} - t_{\text{水}}$, 联立并代入数据解得 $\Delta t \approx 4.5$ s, B 正确; 根据 $v = \lambda f$ 可得, $\lambda_{\text{空}} = \frac{v_{\text{空}}}{f} = \frac{340}{400} \text{ m} = 0.85 \text{ m}$, $\lambda_{\text{水}} = \frac{v_{\text{水}}}{f} = \frac{1450}{400} \text{ m} = 3.625 \text{ m}$, C 正确, D 错误。]

5. D [由 $t = \frac{3}{4}T$ 时的波形图可知, 波刚好传到质点 P_6 , 根据“上下坡”法, 可知此时质点 P_6 沿 y 轴正方向运动, 故波源起振的方向也沿 y 轴正方向, 则 $t = 0$ 时, 质点 P_0 沿 y 轴正方向运动, A 错误; 由题图可知, 在 $t = \frac{3}{4}T$ 时, 质点 P_4 处于正的最大位移处, 故速度为 0 , B 错误; 由题图可知, 在 $t = \frac{3}{4}T$ 时, 质点 P_3 沿 y 轴负方向运动, 质点 P_5 沿 y 轴正方向运动, 故两个质点的相位不相同, C 错误; 由题图可知 $\frac{\lambda}{4} = 2a$, 解得 $\lambda = 8a$, 故该列绳波的波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8a}{T}$, D 正确。]

6. C [由题意可知两列波的波速大小相等, 所以相同时间内传播的距离相同, 故两列横波在 $x = 11.0$ m 处开始相遇, 故 A、B 错误; 此时甲波峰的横坐标为 $x_1 = 5$ m, 乙波峰的横坐标为 x_2

$= 16$ m, 由于两列波的波速相同, 所以波峰在 $x' = 5 \text{ m} + \frac{16-5}{2} \text{ m} = 10.5 \text{ m}$ 处相遇, 故 C 正确, D 错误。]

7. BC [根据题图可知, 该波的周期 $T = 0.2$ s, 振幅为 0.2 m, A 错误, B 正确; 由题意可知波源第 2 次处于波谷位置, 即波源振动了 $\Delta t = \left(1 + \frac{3}{4}\right)T = 0.35$ s 时质点 P 开始振动, 所以该波的传播速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 10 \text{ m/s}$, C 正确; 结合 C 项分析可知, $t = 0.45$ s 时质点 Q 开始振动, 此时质点 P 已经运动了 0.1 s, 结合题图可知此时质点 P 处于平衡位置, D 错误。]

8. BD [在 $t = 0.10$ s 时, 由题图乙知质点 Q 正向下运动, 根据“上下坡法”可知该波沿 x 轴负方向传播, 故 A 错误; 由题图甲知波长 $\lambda = 8$ m, 由题图乙知该波的周期 $T = 0.20$ s, 则波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{0.20} \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$, 故 B 正确; 质点 P 垂直波的传播方向振动, 不沿 x 轴运动, 故 C 错误; 因为 $\lambda = 8$ m, 所以在 $t = 0.10$ s 时, 沿 x 轴正方向与 P 相距 10 m 处的质点的振动情况相当于沿 x 轴正方向与 P 相距 2 m 处的质点振动情况, 由题意可知在 P 右边 2 m 处的质点与 P 点的振动方向相反, 故 D 正确。]

9. D [由题图乙可知 5 s 传播了 30 m, 故波速 $v = \frac{30}{5} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$, 由题图甲可知波的周期 $T = 4$ s, 则质点 N 的平衡位置坐标为 $x_N = v(5 \text{ s} - T) = 6 \text{ m}$, 故 A 错误; 由题图乙可知质点 P 从计时开始到 $t = 5$ s 时运动的路程为 $s = 2A + 5 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$, 故 B 错误; 波长 $\lambda = vT = 24 \text{ m}$, 故 C 错误; 根据波动规律, 由题图乙可知质点 P 的平衡位置坐标 $x_P = x_N + \left(\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{12}\right) = 16 \text{ m}$, 故 D 正确。]

10. BC [由题图可知, 周期 $T = 2 \times (11 - 5) \text{ s} = 12$ s, 则波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{9}{12} \text{ m/s} = 0.75 \text{ m/s}$, A 错误; $\frac{1}{4}T = 3$ s, 则 $t = 5$ s - 3 s = 2 s 时, $y = 20$ cm, 根据旋转矢量法有 $\frac{\varphi_0}{t_0} = \omega = \frac{2\pi}{T}$, 而 $t_0 = \frac{1}{4}T - 2 \text{ s} = 1$ s, 则 $\varphi_0 = \frac{\pi}{6}$, 平衡位置在坐标原点 O 的质点的振动方程为 $y = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = 20 \sin\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm}$, B 正确; 在 $t = 7$ s 时, $y_7 = 20 \sin\left(\frac{\pi}{6} \times 7 + \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm} = -10\sqrt{3} \text{ cm}$, C 正确; 质点只在平衡位置上下振动, 不会向前传播, D 错误。]

课时作业(四十一)

1. BD [干涉、衍射是波共有的特性, A 错误; 当满足 $d \leq \lambda$ 时产生明显的衍射现象, B 正确; 在干涉图样中, 振动加强区中的质点的位移随时间发生周期性变化, C 错误; 在多普勒效应中, 观测者靠近波源时, 接收到的波的频率大于波源的振动频率, D 正确。]

2. A [当孔、缝、障碍物的宽度与波长差不多或者比波长还小时, 就能够发生明显的衍射现象。观察题图, 孔 B 和障碍物 C 的尺寸明显大于波长, 不会发生明显的衍射现象, 但仍然会发生衍射现象, 只是不明显, 不易观察, 故 B、C 错误; 孔 A 和障碍

物D的尺寸接近波长,会发生明显的衍射现象,故A正确,D错误。]

3. A [根据多普勒效应,远离波源的接收者接收到的频率变小,靠近波源的接收者接收到的频率变大,则 $f_A > f_0, f_B < f_0$, 故 $T_A < T_0, T_B > T_0$, 所以 $\Delta t_A < \Delta t_0, \Delta t_B > \Delta t_0$, 故选 A。]

4. B [两波的波长不相等,而在同一介质中机械波的波速相等,根据 $v = \lambda f$, 可知两列波的频率不同,则在两波相遇的区域中不会产生干涉,不会形成稳定的干涉图样,可知a点的振动不会始终加强或始终减弱,B正确,A、C、D错误。]

5. D [由题意可知横波沿x轴正方向传播,波长 $\lambda = 0.6 \text{ m}$, 则波速 $v = \frac{(\frac{1}{4} + n)\lambda}{t_2 - t_1} = 0.6 \times (4n + 1) \text{ m/s} (n = 0, 1, 2, \dots)$, 分别代

入波速为 4.2 m/s 、 5 m/s 和 5.2 m/s , 均解得 n 不为整数,代入波速 5.4 m/s , 解得 $n = 2$, 所以当波速为 5.4 m/s 时,满足题目要求,故选 D。]

6. D [若波沿x轴负方向传播, $t = 0$ 时刻处于原点的质点向上振动,则有 $\Delta t = (n + \frac{3}{4})T = 0.01 \text{ s} (n = 0, 1, 2, \dots)$, 可得 $T =$

$\frac{0.04}{4n + 3} \text{ s} (n = 0, 1, 2, \dots)$, 由于 $T > 0.01 \text{ s}$, 则 $n = 0$, 可得周期

为 $T = \frac{1}{75} \text{ s}$, 则频率为 $f = \frac{1}{T} = 75 \text{ Hz}$, 波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.08}{\frac{1}{75}} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$; 若波沿x轴正方向传播, $t = 0$ 时刻处于原

点的质点向下振动, 则有 $\Delta t = (n + \frac{1}{4})T = 0.01 \text{ s} (n = 0, 1, 2, \dots)$, 可得 $T = \frac{0.04}{4n + 1} \text{ s} (n = 0, 1, 2, \dots)$, 由于 $T >$

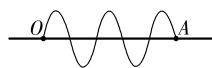
0.01 s , 则 $n = 0$, 可得周期为 $T = \frac{1}{25} \text{ s}$, 则频率为 $f = \frac{1}{T} = 25 \text{ Hz}$, 波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.08}{\frac{1}{25}} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$, 故 D 正确。]

7. AC [$t = 3 \text{ s}$ 时, 波传到了 $x = -3 \text{ m}$, 由题图可知此时 $x = -3 \text{ m}$ 处的质点要向下振动, 则波源P的起振方向向下, A正确; 根据多普勒效应, 一观察者从 $x = 2 \text{ m}$ 处沿x轴负方向匀速运动, 观察者接收到此波的频率大于波源的频率, B错误; 依题意, 由 $v = \frac{x}{t}$, 可得波速为 $v = \frac{-3 - (-6)}{3} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$, 由题图可知波长为 2 m , 由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 得 $T = 2 \text{ s}$, 设振动从波源P传到 $x = -1 \text{ m}$ 用时 t_1 , 则 $t_1 = \frac{-1 - (-6)}{1} \text{ s} = 5 \text{ s}$, 之后开始向下振动 $t_2 = 8 \text{ s} - 5 \text{ s} = 3 \text{ s} = 1.5T$, 则 $0 \sim 8 \text{ s}$ 时间段, 平衡位置位于 $x = -1 \text{ m}$ 的质点所走过的路程为 $s = 1.5 \times 4 \times 2 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$, C正确; 同一介质中, 波速相同, 由 $v = \lambda f$ 可知波源Q与波源P产生的波的频率不同, 则在两列波相遇区域不会产生干涉现象, D错误。]

8. B [根据题图可知, 两列波传到M点的时间之差为 3 s , 又 S_1, S_2 到M点的距离之差为 6 m , 则由 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可得两列波的波速为 2 m/s , 由题图可知两列波的周期 $T = 2 \text{ s}$, 则由 $\lambda = vT$ 可知两列波的波长为 4 m , A错误; 由题图可知, $t = 4 \text{ s}$ 时, M点开始沿x轴正方向振动, 说明较快传播到M点的波的波源

的起振方向沿x轴正方向, $t = 7 \text{ s}$ 时, M点的振动图像开始发生变化, 说明此时另一列波刚好传播到M点, 由于此时较快传播到M点的波使M点沿x轴负方向振动, 而此后M点的振幅减小, 说明此时刚好传播到M点的波使M点沿x轴正方向振动, 即较慢传播到M点的波的波源的起振方向沿x轴正方向, B正确; 由于 S_1, S_2 的频率相同, 则 S_1, S_2 在平面内能产生干涉现象, C错误; 根据题图可知较快传播到M点的波的振幅为 3 cm , $t = 7 \text{ s}$ 后, M点的振幅为 $A = A_{快} - A_{慢} = 1 \text{ cm}$, 则较慢传播到M点的波的振幅为 2 cm , D错误。]

9. 解析: (1) A开始向上振动, 根据同侧法可知, 质点A左侧的波形的位移此时应该为正值, 由于此时O点正好回到平衡位置并向下运动, OA间形成的波形正好有2个波谷, 因此作出波形图如图所示。



(2) 根据上述图示可知 $x_{OA} = 2\lambda + \frac{\lambda}{2}$, 解得 $\lambda = 2 \text{ m}$

由于O、A相距 5 m , 由O点产生的简谐波经 2.5 s 传到A点, 则有 $v = \frac{x_{OA}}{t}$

解得 $v = 2 \text{ m/s}$ 。

(3) 由于P点的运动方向始终与A点运动方向相反, 则有 $x_{PA} = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots)$

根据题意有 $x_{PA} < 5 \text{ m}$, 解得 $n < 2$

即 n 取 $0, 1$, 解得 $x_{PA} = 1 \text{ m}$ 或 $x_{PA} = 3 \text{ m}$ 。

答案: (1) 见解析图 (2) 2 m/s (3) 1 m 或 3 m

章末巩固(七)

1. D [$x-t$ 图像的斜率代表速度, $0.4 \sim 0.8 \text{ s}$, 振子向负方向运动, 故 A 错误; $t = 0.2 \text{ s}$ 时和 $t = 0.6 \text{ s}$ 时振子的速度大小相等、方向相反, 速度不同, 故 B 错误; $t = 0.6 \text{ s}$ 时和 $t = 1.0 \text{ s}$ 时振子的位移大小相等, 根据对称性可知, 势能相同, 故 C 错误; 振子在 $t = 1.0 \text{ s}$ 时比 $t = 1.3 \text{ s}$ 时更靠近平衡位置, 速度更大, 所以在 $t = 1.0 \text{ s}$ 时振子的动能大于 $t = 1.3 \text{ s}$ 时振子的动能, 故 D 正确。]

2. C [相邻波峰与波谷间距为 $\frac{\lambda}{2}$, 由题图乙可知 $\frac{\lambda}{2} = (1.8 - 1.0) \text{ cm} = 0.8 \text{ cm}$, 则 $\lambda = 1.6 \text{ cm}$, A 错误; 波速 $v = \frac{s}{t} = 0.25 \text{ m/s}$, 频率 $f = \frac{v}{\lambda} = 15.625 \text{ Hz}$, B 错误; 根据“上下坡法”, 此时O点振动方向竖直向上, C 正确; P点在波峰与波谷之间, 根据“上下坡法”, P点振动方向竖直向下, D 错误。故选 C。]

3. A [根据反射信号图像可知, 超声波的传播周期 $T = 2 \times 10^{-7} \text{ s}$, 又波速 $v = 6300 \text{ m/s}$, 则超声波在机翼材料中的波长 $\lambda = vT = 1.26 \times 10^{-3} \text{ m}$, 结合题图(b)和题图(c)可知, 两个反射信号传播到探头处的时间差为 $\Delta t = 1.5 \times 10^{-6} \text{ s}$, 故两个反射信号的路程差 $2d = v\Delta t = 9.45 \times 10^{-3} \text{ m} = \frac{15}{2} \lambda$, 解得 $d = 4.725 \times 10^{-3} \text{ m}$, 且两个反射信号在探头处振动减弱, A 正确。]

4. A [由题图可知, 两波的波长分别为 $\lambda_{\text{甲}} = 12 \text{ m}$, $\lambda_{\text{乙}} = 8 \text{ m}$, 则两波的周期分别为 $T_{\text{甲}} = \frac{12}{4} \text{ s} = 3 \text{ s}$, $T_{\text{乙}} = \frac{8}{4} \text{ s} = 2 \text{ s}$, 可知两波

周期的最小公倍数对应的时间为 6 s, 则叠加区域实际波形每隔 6 s 重复一次, 故 A 正确; 由于两波的周期不同, 所以两波源的振动频率不同, 两波不会发生稳定干涉, 故 B、C 错误; 根据微平法可知, $x=12\text{ m}$ 的质点此刻正在沿 y 轴负方向振动, 故 D 错误。故选 A。

5. AD [根据题意, 某时刻第 1 圈实线的半径为 r , 第 3 圈实线的半径为 $9r$, 故可得 $2\lambda=9r-r$, 即 $\lambda=4r$, 故 A 正确; 该波的波速为 $v=\lambda f=4rf$, 故 B 错误; 由 $\lambda=4r$, 根据某时刻第 1 圈实线的半径为 $r=\frac{1}{4}\lambda$, 可得此时浮筒处于平衡位置, 由于波向外传播, 根据同侧法可知此时浮筒处于平衡位置向下振动, 故再经过 $\frac{1}{4f}=\frac{1}{4}T$, 浮筒将在最低点, 故 C 错误, D 正确。故选 AD。

6. BC [对质点 Q 结合题图乙, 由同侧法可知该机械波沿 x 轴正方向传播, 故 A 错误; 由题图甲可知, 该机械波的波长满足 $0.5\text{ m}=\frac{1}{2}\lambda-\frac{1}{12}\lambda$, 解得 $\lambda=1.2\text{ m}$, 故 B 正确; 由题图乙可知 $t=3\text{ s}$ 时质点 Q 位于波峰处, 该位置回复力最大, 加速度大小最大, 故 C 正确; 由题图甲可知该机械波的振幅 A 为 2 cm, 因为 $\Delta t=5\text{ s}=\frac{5}{4}T$, 若质点从平衡位置、波峰或波谷位置开始振动, 其路程一定为 $s=\frac{5}{4}\times 4A=10\text{ cm}$, 而质点 P 是从非特殊位置振动, 其路程一定不等于 10 cm, 故 D 错误。故选 BC。

7. 解析: (1) 小球在最低点时绳子上的力最大, 故在 $0\sim 1\text{ s}$, 摆球在最低点的时刻为 $t=0.7\text{ s}$; 小球在最高点时绳子上的力最小, 相邻最高点和最低点的时间间隔 $t=0.7\text{ s}-0.3\text{ s}=0.4\text{ s}=\frac{1}{4}T$, 可得 $T=1.6\text{ s}$ 。

$$(2) \text{ 由单摆周期公式有 } T=2\pi\sqrt{\frac{L+\frac{d}{2}}{g}}$$

$$\text{变形得 } T^2=\frac{4\pi^2}{g}L+\frac{2\pi^2}{g}d$$

$$\text{所以 } T^2-L \text{ 图像的斜率为 } k=\frac{4\pi^2}{g}=\frac{q}{p}$$

$$\text{整理有 } g=\frac{4\pi^2 p}{q}$$

$$\text{又由纵截距 } q=\frac{2\pi^2}{g}d$$

$$\text{联立解得摆球的直径 } d=2p。$$

$$\text{答案: (1) } 0.7 \quad 1.6 \quad (2) \frac{4\pi^2 p}{q} \quad 2p$$

8. 解析: (1) 由题图甲可知

$$4\lambda_{\text{甲}}=2.0\text{ m}$$

$$\text{解得 } \lambda_{\text{甲}}=0.5\text{ m}$$

由题图乙可知

$$2\lambda_{\text{乙}}=2.0\text{ m}$$

$$\text{解得 } \lambda_{\text{乙}}=1.0\text{ m}。$$

(2) 该时刻, 甲波在 $x=0$ 处偏离平衡位置的位移为 $1.0\text{ }\mu\text{m}$

乙波在 $x=0$ 处偏离平衡位置的位移也为 $1.0\text{ }\mu\text{m}$

因此这两列波叠加后, 在 $x=0$ 处的质点在该时刻偏离平衡位置的位移为 $x_0=2\text{ }\mu\text{m}$

该时刻, 甲波在 $x=0.375\text{ m}=\frac{3}{4}\lambda_{\text{甲}}$ 处偏离平衡位置的位移为 0

乙波在 $x=0.375\text{ m}=\frac{3}{8}\lambda_{\text{乙}}$ 处偏离平衡位置的位移为

$$-\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ }\mu\text{m}$$

因此这两列波叠加后, 在 $x=0.375\text{ m}$ 处的质点在该时刻偏离

$$\text{平衡位置的位移为 } x_{0.375}=-\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ }\mu\text{m}。$$

(3) 这两列波叠加后的波长 $\lambda=1.0\text{ m}$

根据波长、波速与周期的关系有 $\lambda=vT$

其中 $v=340\text{ m/s}$

$$\text{代入数据解得 } T=\frac{1}{340}\text{ s}。$$

$$\text{答案: (1) } 0.5\text{ m} \quad 1.0\text{ m} \quad (2) 2\text{ }\mu\text{m} \quad -\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ }\mu\text{m} \quad (3) \frac{1}{340}\text{ s}$$

课时作业(四十二)

1. AD [C 先跟 A 接触后, 两者电荷量均变为 $q_1=\frac{Q+q}{2}$, C 再跟

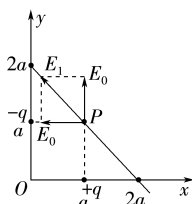
B 接触后, 两者电荷量均变为 $q_2=\frac{q+q_1}{2}=\frac{Q+3q}{4}$, 此时 A、B

之间静电力的大小仍为 $F=\frac{kq^2}{L^2}$, 则有 $F=\frac{kq^2}{L^2}=\frac{kq_1q_2}{L^2}$, 解得 $Q=q$ 或 $Q=-5q$, 则 $Q:q$ 的绝对值可能是 1 或者 5。故选 AD。

2. C [A 点处于点电荷的电场中, 所以 A 点的电场强度不等于零; 金属空心球壳放在点电荷的电场中, 最终处于静电平衡状态, 球壳内部的电场强度处处为 0, 所以 B、C 两点的电场强度都为 0, 则 $E_A>E_B=E_C$, 故 A、B 错误, C 正确; 处于静电平衡的导体内部的电场强度处处为 0, 其内表面不带电, 故 D 错误。]

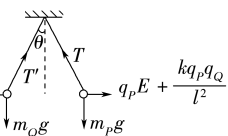
3. B [根据 $v-t$ 图像可知, 负电荷从 A 到 B 做加速度逐渐增大的加速运动, 则从 A 到 B 过程电场强度越来越大, 电场线越来越密集, 负电荷受到的静电力向右, 则电场方向向左。故选 B。]

4. B [根据点电荷电场强度公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$, 两异种点电荷在 P 点的电场强度大小均为 $E_0=\frac{kq}{a^2}$, 方向如图所示, 两异种点电荷在 P 点的合电场强度为 $E_1=\sqrt{2}E_0=\frac{\sqrt{2}kq}{a^2}$, 方向与 $+q$ 点电荷和 $-q$ 点电荷的



连线平行, Q 点电荷在 P 点的电场强度大小为 $E_2=k\frac{Q}{(\sqrt{2}a)^2}=\frac{kQ}{2a^2}$, 由于三点电荷在 P 处的合电场强度为 0, 则 E_2 的方向应与 E_1 的方向相反, 且大小相等, 即有 $E_1=E_2$, 解得 $Q=2\sqrt{2}q$, 由几何关系可知 Q 的坐标为 $(0, 2a)$, 故选 B。

5. B [



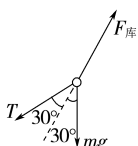
分别对两小球进行受力分析, 如图所示, 设两小球间的距离为

l , 绳与竖直方向的夹角为 θ , 则有 $\frac{kq_P q_Q}{l^2} - q_Q E = m_Q g \tan \theta$,

$\frac{kq_P q_Q}{l^2} + q_P E = m_P g \tan \theta$, 显然 $m_Q g \tan \theta < m_P g \tan \theta$, 即 $m_Q < m_P$, B 正确; 设下端系有小球 P 的细绳的张力大小为 T , 下端系有小球 Q 的细绳的张力大小为 T' , 则有 $T = \frac{m_P g}{\cos \theta}$, $T' = \frac{m_Q g}{\cos \theta}$, 结合上述分析可知, $T > T'$, A 错误; 根据小球 Q 在 O

点所在竖直线左边知 $\frac{kq_Q q_P}{l^2} > E q_Q$, 则 $\frac{kq_P}{l^2} > E$, 但 P、Q 电荷量之间的大小关系无法确定, C、D 错误。]

6. C [对小球 A 进行受力分析, 其受重力、轻绳的拉力以及 B 的库仑引力, 如图所示, 根据力的平衡条件得 $F_{\text{库}} = T \cos 30^\circ + mg \cos 30^\circ$, $T \sin 30^\circ = mg \sin 30^\circ$, 解得 $T = mg$, $F_{\text{库}} = \sqrt{3}mg$, A、B 错误; 剪断轻绳前, 小球 A 所受合力为 0, 库仑力与重力的合力与轻绳拉力等大反向, 即库仑力与重力的合力大小为 mg , 剪断轻绳后瞬间, 绳子拉力消失, 库仑力与重力均不变, 则小球 A 所受合力大小为 mg , 由牛顿第二定律得小球 A 的瞬时加速度大小 $a = g$, C 正确; 由于剪断轻绳前后瞬间, B 球的受力不变, 且状态不变, 因此剪断轻绳瞬间, 轻杆对 B 球的作用力不变, D 错误。]



7. C [根据题图可知, AB 段和 AC 段在 O 点产生的电场强度大小相等, 方向夹角为 $\angle BOC$, 即 120° , 又 BAC 在 O 点产生的电场强度大小为 E , 则由电场强度的叠加原理可知 $E = 2E_{AB} \cos 60^\circ$, 解得 $E_{AB} = E$, C 正确。]

8. AD [电荷量为 $+q$ 的点电荷在 O 点产生的电场强度大小 $E = \frac{kq}{r^2}$, 方向与竖直方向间的夹角为 60° , 则由矢量合成可知 A、B、C 三个点电荷在 O 点产生的电场强度大小为 $E_O = 3E \cos 60^\circ = \frac{3kq}{2r^2}$, 故 A 正确; 同理可知 P 点的电场强度大小 $E_P = 3 \frac{kq}{(\sqrt{3}r)^2} \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}kq}{2r^2}$, 故 B 错误; 小球在 P 处速度最大, 分析可知, 此时小球所受合力为 0, 则有 $E_P q_1 = mg$, 解得小球的电荷量 $q_1 = \frac{2\sqrt{3}mgr^2}{3kq}$, 故 C 错误; 分析小球在 O 点的受力, 由牛顿第二定律有 $E_O q_1 - mg = ma$, 解得小球刚释放时的加速度大小 $a = (\sqrt{3} - 1)g$, 故 D 正确。]

9. 解析: (1) 对球 A 进行受力分析, 如图甲

所示, 由平衡条件得 $T \sin 45^\circ - F = 0$

$T \cos 45^\circ - mg = 0$

解得 $F = mg \tan 45^\circ = 0.02 \text{ N}$

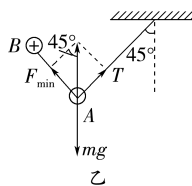
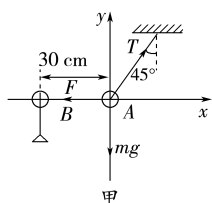
即 A 球受到的库仑力大小为 0.02 N

根据库仑定律得 $F = k \frac{Q_B Q_A}{r^2}$

解得 $Q_A = 5 \times 10^{-8} \text{ C}$, 即 A 球的电荷量是 $-5 \times 10^{-8} \text{ C}$ 。

(2) 如图乙所示, 当库仑力方向垂直于细绳时, A、B 间的库仑力最小, 则 $F_{\min} =$

$mg \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{100} \text{ N}$ 。



答案: (1) $5 \times 10^{-8} \text{ C}$ (2) $\frac{\sqrt{2}}{100} \text{ N}$

课时作业(四十三)

1. D [沿电场线方向, 电势逐渐降低。观察题图中的电场线, 可判断 d 点电势高于 c 点, c 点高于 b 点, b 点高于 a 点。因此电势最高的是 d 点。故选 D。]

2. C [等差等势线越密集, 电场强度越大, 则 c 点电场强度最大, C 正确。]

3. C [结合电场强度叠加原理和点电荷的电场强度公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$, 可知 P、Q 两点电场强度大小相等、方向相同, A 错误; 由于两等量异种点电荷产生的电场中, 电场线从正点电荷出发, 指向负点电荷, 沿电场线方向电势降低, 则 $\varphi_P > \varphi_Q$, B 错误; P 点电场强度大小为 $E_P = k \frac{Q}{x_{MP}^2} + k \frac{Q}{x_{NP}^2}$, 若两点电荷的电荷量均变为原来的 2 倍, 则 P 点电场强度大小也变为原来的 2 倍, C 正确; 若两点电荷的电荷量均变为原来的 2 倍, 则 P、Q 之间的电场强度均变大, 又 P、Q 两点间的距离不变, 则根据 $U = Ed$ 定性分析, 可知 P、Q 之间的电势差变大, D 错误。]

4. D [等高线越密集, 坡面越陡, 根据牛顿第二定律可得 $a = g \sin \theta$ (θ 为坡面与水平面的夹角), MB 对应的等高线更密集, 坡面更陡, 小球沿着 MB 运动时的加速度比沿着 MA 运动时的加速度大, A 错误; A、B 在同一等高线, 小球下落高度相同, 根据机械能守恒定律, 运动到 A、B 点时的速度大小相同, B 错误; 等差等势线越密集, 电场强度越大, B 处等势线更密集, 故 A 点电场强度比 B 点小, C 错误; 等差等势线越密集, 电势降落越快, 右侧等势线更密集, 右侧电势比左侧降落得快, D 正确。]

5. D [粒子的受力指向运动轨迹的内侧, 因此 a 受到的静电力方向向左, b 受到的静电力方向向右。若电场强度方向向右, 则 a 粒子带负电, b 粒子带正电; 若电场强度方向向左, 则 a 粒子带正电, b 粒子带负电, 由于电场线方向未知, 所以无法判断两粒子的电性, 故 A、B 错误; 运动过程中, 静电力对两粒子都是先做负功后做正功, 粒子 a 和粒子 b 的速度都是先减小后增大, 故 C 错误; 由题图可得, 粒子 a 在 A、B 两点间运动时, 电势差先增大后减小, 到 B 点时电势差还未减小到 0, 所以静电力做负功, 电势能增加, 即 $E_{PB} > E_{PA}$, 同理可得 $E_{PD} > E_{PC}$, 故 D 正确。]

6. BC [由题可知 $-q(\varphi_C - \varphi_A) = 2W$, $q(\varphi_A - \varphi_D) = -W$, 解得 $\varphi_C - \varphi_D = -\frac{3W}{q}$, 由于 $CD = 3BD$, 因此 $\varphi_D - \varphi_B = -\frac{W}{q}$, 联立可得 $\varphi_C - \varphi_B = -\frac{4W}{q} = -U_{BC}$, B 正确; 若取 C 点的电势为零电势, 则 $\varphi_B = \frac{4W}{q}$, $\varphi_D = \frac{3W}{q}$, $\varphi_A = \frac{2W}{q}$, 即 A 点与 BC 边的中点在同一等势面上, 根据电场线与等势面垂直可知, 电场强度的方向不是由 B 指向 C, 同时 AC 中点的电势应为 $\frac{W}{q}$, C 正确, A、D 错误。]

7. AD [P 点电势为 $\varphi_P = \frac{\varphi_a + \varphi_c}{2} = 2 \text{ V} = \varphi_b$, 可知 bP 是等势线, 则电场强度方向由 c 点指向 a 点, 电场强度大小为 $E = \frac{U_{ca}}{l} = \frac{3-1}{2} \text{ V/m} = 1 \text{ V/m}$, 选项 A 正确; R 点的电势为 $\varphi_R = \frac{\varphi_b + \varphi_c}{2}$

$=2.5 \text{ V} > \varphi_P = 2 \text{ V}$, 可知电子在 R 点的电势能小于在 P 点的电势能, 选项 B 错误; Q 点的电势为 $\varphi_Q = \frac{\varphi_b + \varphi_a}{2} = 1.5 \text{ V}$, 将一个电子从 P 点移动到 Q 点, 静电力做功为 $W_{PQ} = U_{PQ}(-e) = -0.5 \text{ eV}$, 选项 C 错误; 将一个电子从 P 点移动到 R 点, 静电力做功为 $W_{PR} = U_{PR}(-e) = +0.5 \text{ eV}$, 选项 D 正确。]

8. 解析: (1) 电子从 a 移到 c , 静电力做负功, 所以电场强度方向沿 ba 方向

$$W_{ac} = -eE \cdot ac \cdot \sin 30^\circ$$

将 $ac = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$ 代入, 解得 $E = 200 \text{ V/m}$ 。

(2) 电子从 b 移到 c 静电力做负功, 有 $W_{bc} = W_{ba} + W_{ac}$

$$W_{ba} = -eE \cdot ab$$

将 $ab = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$ 代入, 解得 $W_{bc} = -4.8 \times 10^{-18} \text{ J}$ 。

答案: (1) 200 V/m 方向沿 ba 方向

(2) $-4.8 \times 10^{-18} \text{ J}$

9. 解析: (1) $W_{AC} = W_{AB} + W_{BC} = (-3 \times 10^{-5} + 1.2 \times 10^{-5}) \text{ J} = -1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$, 可见电势能增加了 $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$ 。

(2) 如果规定电荷在 A 点的电势能为零, 由 $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$ 得该电荷在 B 点的电势能为

$$E_{pB} = E_{pA} - W_{AB} = 0 - W_{AB} = 3 \times 10^{-5} \text{ J}$$

同理, 电荷在 C 点的电势能为

$$E_{pC} = E_{pA} - W_{AC} = 0 - W_{AC} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ J}。$$

(3) 如果规定电荷在 B 点的电势能为零, 则该电荷在 A 点的电势能为

$$E'_{pA} = E'_{pB} + W_{AB} = 0 + W_{AB} = -3 \times 10^{-5} \text{ J}$$

电荷在 C 点的电势能为

$$E'_{pC} = E'_{pB} - W_{BC} = 0 - W_{BC} = -1.2 \times 10^{-5} \text{ J}。$$

答案: (1) 增加了 $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$ (2) $3 \times 10^{-5} \text{ J}$ $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$

(3) $-3 \times 10^{-5} \text{ J}$ $-1.2 \times 10^{-5} \text{ J}$

课时作业(四十四)

1. C [由图线斜率看出, 电荷在 A 处的加速度大于在 B 处的加速度, 根据 $qE = ma$ 可知 $E_A > E_B$, 故 A、B 错误; 从图线看出, 电荷从 A 到 B 速度减小, 静电力做负功, 说明静电力方向从 B 指向 A , 而电荷带正电, 则电场线方向从 B 指向 A , 则 $\varphi_A < \varphi_B$, 故 C 正确, D 错误。]

2. C [x_1 处的电势能最大, 而粒子带负电, 所以此处电势最低, A 错误; 因为粒子只受到静电力, 所以粒子的电势能与动能之和不变, 因为 $O \sim x_1$ 段粒子电势能增大, 所以动能减小, B 错误; 在 $E_p - x$ 图中, 图线斜率的绝对值代表静电力的大小, 而 $x_1 \sim x_2$ 段斜率的绝对值增大, 粒子受到的静电力也增大, 所以加速度增大, C 正确; $x_2 \sim x_3$ 段图线斜率不变, 粒子受到的静电力不变, 粒子做匀加速直线运动, D 错误。]

3. BC [由图像可知, 在 $O \sim x_1$ 之间, 电场强度 E 是正的, 是沿 x 轴正方向的; 在 $x_1 \sim x_4$ 之间, 电场强度 E 是负的, 是沿 x 轴负方向的, 故由 x_2 到 x_4 是逆着电场线的方向, 所以 x_4 处的电势要高于 x_2 处的电势, 正电荷在 x_4 处的电势能大于在 x_2 处的电势能, A 错误; 由 x_1 运动到 x_3 的过程中, 电荷是逆着电场线方向运动的, 所以电势能增大, B 正确; 由 x_1 运动到 x_4 的过程中, x_3 处的电场强度是最大的, 故电荷在该点受到的静电力也应该是最大的, 故静电力先增大后减小, C 正确, D 错误。]

4. B [带负电的试探电荷在 x_2 处动能为 1.5 eV , 电势能为 -1 eV , 总能量为 0.5 eV , 且试探电荷速度沿 x 轴正方向, 在

x_2 到 x_3 区域试探电荷受到沿 x 轴正方向的静电力, 做加速运动, 在 x_3 处速度最大, 试探电荷继续运动到 x_3 右侧, 做减速运动, 当速度为 0 时, 电势能为 0.5 eV , 即运动到电势为 -0.5 V 处减速到 0, 开始向 x 轴负方向运动, 后反向回到 x_2 处动能仍为 1.5 eV , 继续向左运动, 在电势为 -0.5 V 处减速到 0 又反向, 不会运动到 x_0 、 x_1 处, 即试探电荷在 x_3 点两侧往复运动。故选 B。]

5. B [小球动能的增加量为 $\Delta E_k = \frac{1}{2} m (2v)^2 - \frac{1}{2} mv^2 =$

$\frac{3}{2} mv^2$, A 错误; 小球在竖直方向上的分运动为匀减速直线运动, 到 N 时竖直方向的速度为 0, 则 M 、 N 两点之间高度差为 $h = \frac{v^2}{2g}$, 小球重力势能的增加量为 $\Delta E_p = mgh = \frac{1}{2} mv^2$, C 错误;

静电力对小球做正功, 则小球的电势能减少, 由能量守恒定律可知, 小球减小的电势能等于重力势能与动能的增加量之和,

则电势能的减少量为 $\Delta E_p' = \frac{3}{2} mv^2 + \frac{1}{2} mv^2 = 2mv^2$, D 错误;

由功能关系可知, 除重力外的其他力对小球所做的功在数值上等于小球机械能的增加量, 即 $2mv^2$, B 正确。]

6. BC [电子在 $(-3x_0, -x_0)$ 间做匀加速直线运动, 在 $(-x_0, x_0)$ 间做匀减速直线运动, 在 $(x_0, 3x_0)$ 间做匀加速直线运动, 全程加速度大小均相等, 但电子的速度随位移并非线性变化, 而是抛物线关系, A 错误; 根据 $E_p = q\varphi = (-e)\varphi$ 可知, B 正确; 由动能定理得 $E_k = qEx$, 可知 C 正确; 电子在越过 $-x_0$ 前后静电力方向突变, 其功率大小不变, 由 $P = Fv \cos \theta$, 可知其功率正负值突变, D 错误。]

7. D [设两个带电小球的间距为 r , 则对乙球有 $F_{\text{合}} = mg \sin \theta - k \frac{q_{\text{甲}} q_{\text{乙}}}{r^2}$, 在乙沿 x 轴加速下滑过程中, 两个带电小球的间距 r

逐渐减小, 合外力沿斜面向下逐渐减小, $E_k - x$ 图像的斜率表示合外力, 则斜率应逐渐减小, 故 A、B 不符合题意; $E - x$ 图像的斜率的绝对值表示库仑力的大小, 即 $|k_{\text{合}}| = k \frac{q_{\text{甲}} q_{\text{乙}}}{r^2}$, 在乙沿 x 轴加速下滑的过程中, 库仑力逐渐增大, 则 $E - x$ 图像的斜率的绝对值逐渐增大, 故 C 不符合题意, D 符合题意。]

8. AD [根据对称性可知 O 点的电场强度为 0, 由题图乙可知, 小球在 B 点的加速度最大, 故其所受的静电力最大, 故 B 点的电场强度最大, 此时 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0.5}{4-3} \text{ m/s}^2 = 0.5 \text{ m/s}^2$, $|q|E = ma$, 联立解得 $E = 50 \text{ V/m}$, 故 A 正确; 从 C 到 A , 小球的动能一直增大, 说明静电力一直做正功, 故电势能一直减小, 由公式 $E_p = q\varphi$ 可知, 由于电荷带负电, 则电势一直增加, 故 B、C 错误; 根据动能定理可知 $qU_{CB} = \frac{1}{2} mv_B^2 - 0$, 解得 $U_{CB} =$

-12.5 V , 故 B 、 C 两点间的电势差为 12.5 V , 故 D 正确。]

9. 解析: (1) 类比开普勒第二定律可得

$$\frac{1}{2} \left(a - \frac{c}{2} \right) v_A \Delta t = \frac{1}{2} \left(a + \frac{c}{2} \right) v'_A \Delta t$$

$$\text{解得 } \frac{v_A}{v'_A} = \frac{2a+c}{2a-c}。$$

(2) 根据电势计算公式 $\varphi = \frac{kQ}{r}$ 可得 A 点的电势 $\varphi_A = \frac{kQ}{a - \frac{c}{2}}$

$$A' \text{ 点的电势 } \varphi_A' = \frac{kQ}{a + \frac{c}{2}}$$

根据静电力做功与电势能的关系可知,带电粒子从 A 点运动到 A' 点的过程中,静电力对带电粒子做的功 $W = -q(\varphi_A - \varphi_A')$

$$\text{解得 } W = \frac{4kQqc}{4a^2 - c^2}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{2a+c}{2a-c} \quad (2) \frac{4kQqc}{4a^2 - c^2}$$

课时作业(四十五)

- D** [当压力 F 增大时,两极板间距减小,根据 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知,电容器的电容增大,选项 A 错误;根据 $Q = CU$,因两极板电压一定,则 C 增大时电容器所带电荷量增加,选项 B 错误;根据 $E = \frac{U}{d}$ 可知,极板间的电场强度变大,选项 C 错误;电容器所带电荷量增加,电容器充电,则电阻 R 上有从 b 流向 a 的电流,选项 D 正确。]
- BD** [根据题意可知极板之间电压 U 不变,极板上所带电荷量 Q 变多,根据电容定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 可知电容器的电容 C 增大,根据电容的决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$,由于电容 C 增大,可知极板间距 d 减小,再根据 $E = \frac{U}{d}$,可知极板间电场强度增大,故 C 错误, D 正确;由于极板间距 d 减小,即下极板向上移动,则材料竖直方向尺度增大,故 A 错误, B 正确。]
- B** [由题知,两极板电压保持不变,则根据电势差和电场强度的关系有 $E = \frac{U}{d}$,当极板间距离减小时,电场强度 E 增大,再结合题图可知极板间的电场线水平向左,则可知电子受到的静电力方向向右。故选 B。]
- D** [由于保持电荷量不变,而电势差增大,则由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知电容器的电容减小, B 错误;由 $U = \frac{Q}{C}$ 可知, Q 不变, C 减小,所以 U 增大, A 错误;由电容的决定式有 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$,又电容器两极板间电场强度 $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd}$,联立可得 $E = \frac{4\pi kQ}{\epsilon_r S}$,可知电容器两极板间的电场强度与极板间距 d 无关,故仅改变极板间距,极板间的电场强度不变, C 错误;根据 $E_p = QU$ 可知, Q 不变, U 增大时,电容器储存的能量增大, D 正确。]
- C** [由题图可知,两极板间电场强度方向竖直向上,微粒所受静电力方向竖直向上,可知微粒带正电,由平衡条件可知 $\frac{U}{d}q = mg$,解得 $q = \frac{mgd}{U}$ 。故选 C。]
- D** [电子在 A 点的动能最小,根据能量守恒定律,电子在 A 点的电势能最大,故电子在 O 点的电势能低于在 A 点的电势能,故 A 错误;电子在运动过程中,只受到静电力,故电势能与动能之和不变,故其返回到 O 点时的电势能与从 O 点射入两极板间时的电势能相同,则其返回到 O 点时的速度大小与从 O 点射入两极板间时的速度大小相同,但是方向相反,故 B 错误;

根据动能定理 $\frac{U}{d}eh = \frac{1}{2}mv_0^2$,解得电子从 O 点射出时的速度

$v_0 = \sqrt{\frac{2eUh}{md}}$,故 C 错误; O 、 A 间的电势差 $U_{OA} = \frac{h}{d}U$,故 D 正确。]

- C** [由于金属圆筒处于静电平衡状态,圆筒内部电场强度为 0,则电子在金属圆筒中做匀速直线运动,故 A 错误;根据加速器原理可知,本装置应采用交流电进行加速,故 B 错误;电子从序号为 0 的金属圆板到进入第 2 个金属圆筒的过程中,由动能定理得 $2eu = \frac{1}{2}mv^2$,解得 $v = 2\sqrt{\frac{eu}{m}}$,故 C 正确;结合 C 选项分析可知,电子进入第 8 个金属圆筒时的速度满足 $8eu = \frac{1}{2}mv'^2$,因为电子在圆筒中做匀速直线运动,所以第 8 个圆筒的长度为 $L = v' \cdot \frac{T}{2} = 2T\sqrt{\frac{eu}{m}}$,故 D 错误。]

- 解析:** (1) 设带电微粒通过 B 点时的速度大小为 v_0 ,根据动能定理可得 $qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$

$$\text{解得 } v_0 = 100 \text{ m/s}.$$

(2) 设带电微粒通过水平金属板时竖直方向的位移为 y ,则有 $y = \frac{1}{2}at^2$

$$\text{通过水平金属板的时间 } t = \frac{l}{v_0}$$

$$\text{水平金属板间的电场强度 } E = \frac{U}{d}$$

带电微粒在水平金属板间受到的静电力 $F = Eq$

$$\text{根据牛顿第二定律可得 } a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m}$$

$$\text{联立并代入数据解得 } y = \frac{qUl^2}{2mv_0^2 d} = 0.05 \text{ m}$$

根据功的计算公式可得 $W = Fy = Eqy$

$$\text{解得 } W = 1 \times 10^{-12} \text{ J}.$$

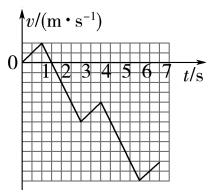
答案: (1) 100 m/s (2) $1 \times 10^{-12} \text{ J}$

课时作业(四十六)

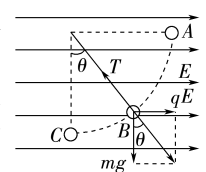
- B** [由于小球在竖直平面内做匀速圆周运动,所以重力与静电力的合力为 0,即静电力与重力平衡,可知静电力方向竖直向上,所以小球带正电, A 错误, B 正确;从 $a \rightarrow b$,静电力做负功,电势能增大, C 错误;由于静电力对小球做功,故小球在运动过程中机械能不守恒, D 错误。]
- C** [从 A 点静止释放一质量为 m 的带电小球,小球沿圆弧恰好能到达 C 点,可知静电力和重力的合力方向沿 FB 方向斜向下,可知 B 点为“等效最低点”, F 点为“等效最高点”,可知小球在 F 点速度最小,动能最小。由平衡条件可知,静电力水平向右,可知小球在 G 点电势能最大,在 C 点电势能最小,因小球的电势能与机械能之和守恒,可知小球在 C 点的机械能最大,在 G 点的机械能最小,故 C 正确。]
- D** [电荷 I 从 O 点到 A 点由动能定理得 $qU_{OA} = E_{k0}$,电荷 II 从 O 点到 A 点由动能定理得 $q'U_{OA} = 2E_{k0}$,解得电荷 II 的电荷量为 $q' = 2q$,故 A 错误;电荷 II 从 O 点到 A 点由动能定理得 $Fx_0 = 2E_{k0}$,解得电荷 II 受到的静电力大小为 $F = \frac{2E_{k0}}{x_0}$,故 B 错误;电荷 I 从 O 点到 A 点由动能定理得 $qU_{OA} = E_{k0}$,由 U_{OA}

$=\varphi_O-\varphi_A$, 可得 A 点的电势为 $\varphi_A=\varphi_O-U_{OA}=-\frac{E_{k0}}{q}$, 故 C 错误; 由电荷 II 受到静电力大小为 $F=2qE=\frac{2E_{k0}}{x_0}$, 解得匀强电场的电场强度大小为 $E=\frac{E_{k0}}{qx_0}$, 故 D 正确。故选 D。

4. D [画出带电粒子速度 v 随时间 t 变化的图像如图所示, $v-t$ 图线与时间轴所围“面积”表示位移, 可见带电粒子不是只向一个方向运动, 4 s 末带电粒子不能回到原出发点, A、C 错误; 2 s 末带电粒子速度不为 0, 可见 0~2 s 静电力做的功不等于 0, B 错误; 2.5 s 末和 4 s 末, 带电粒子速度的大小、方向都相同, 则 2.5~4 s, 静电力做功等于 0, D 正确。]

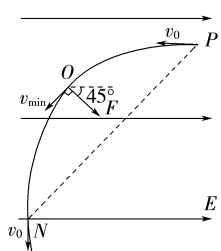


5. C [小球在 B 点处于静止状态, 对小球进行受力分析, 如图所示, 小球所受静电力方向与电场强度方向相同, 可知小球带正电, 根据平衡条件有 $qE=mg \tan \theta$, 解得 $E=\frac{3mg}{4q}$, 故 A、B 错误; 若将小球从 A 点由静止释放, 小球将做圆周运动到达 C 点, 静电力做负功, 电势能增加了 $\Delta E_p=qEl=0.75mgl$, 故 C 正确; 小球从 A 点到 C 点, 根据动能定理有 $mgl-qEl=\frac{1}{2}mv_C^2-0$, 小球在 C 点, 根据牛顿第二定律有 $T-mg=m\frac{v_C^2}{l}$, 解得 $T=1.5mg$, 故 D 错误。]



6. B [当物体所受合力为 0 时, 物体的速度最大, 则有 $qE=f_0+kt$, 解得 $t=\frac{qE-f_0}{k}$, 从静止到物体达到最大速度, 由动量定理有 $qEt-\frac{f_0+qE}{2}t=mv_m-0$, 解得 $v_m=\frac{(qE-f_0)^2}{2mk}$, 故 A 错误, B 正确; 对全过程, 由动量定理有 $qEt'-\frac{f_0+f_0+kt'}{2}t'=0$, 解得 $t'=\frac{2(qE-f_0)}{k}$, 则全过程中, 物体所受静电力的冲量为 $I_1=qEt'=\frac{2qE(qE-f_0)}{k}$, 物体所受阻力 f 的冲量为 $I_2=-\frac{f_0+f_0+kt'}{2}t'=-\frac{2qE(f_0-qE)}{k}$, 故 C、D 错误。]

7. BD [根据 $qE=mg$ 、电场方向水平向右可知, 带正电荷 q 的小球所受合力 F 斜向右下方, 且与水平方向夹角为 45° ; 小球在 P 点的初速度 v_0 水平向左, 可画出小球在匀强电场中做类斜抛运动的轨迹如图, 其中 O 为轨迹“等效最高点”, N 为轨迹上与 P 点“等高”的点。根据类斜抛运动的规律及对称性可知, 小球经过 O 点时速度与 F 垂直时, 速度最小, 动能最小, 经过 N 点时, 速度大小为 v_0 , 动能等于初动能, 且经过 N 点时的速度竖直向下。根据 $E_p=q\varphi$, 以及沿电场线方向电势降低, 结合上述分析可知, 小球经过 O 点动能最小时, 电势能不是最大, 小球经过 N 点动能等于初动能时, 电势能才最大, A 错误, B 正确。分析可知, 小球速度的水平分量和竖直分量大小相等时, 恰好经过 O

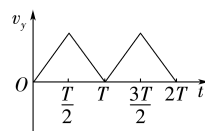


点, 此时动能最小, C 错误。小球速度的水平分量为 0 时, 经过 N 点, 从 P 到 N 的过程, 根据动能定理有 $W_G+W_E=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv_0^2$, 根据功能关系, 此过程电势能增加量 $\Delta E_p=-W_E$, 则此过程 $W_G=\Delta E_p$, D 正确。]

8. 解析: (1) 根据题意可知, 粒子在电场中, 水平方向上做匀速直线运动, 若粒子能够射出电场, 则粒子在电场中的运动时间为 $t=\frac{L}{v_0}$ 。

(2) ① 如图所示。

② 由对称性可知, 粒子可能在 $t_1=nT$, 即 $v_y=0$ 时从 B 板右边缘水平射出 $L=v_0 t_1=nv_0 T (n=1, 2, 3, \dots)$



$$d=2n \cdot \frac{1}{2} a \left(\frac{T}{2} \right)^2$$

由牛顿第二定律有 $a=\frac{U_0 q}{md}$

联立得 $d=\frac{T}{2} \sqrt{\frac{nqU_0}{m}} (n=1, 2, 3, \dots)$ 。

答案: (1) $\frac{L}{v_0}$ (2) ① 见解析图 ② 见解析

课时作业(四十七)

1. 解析: (1) 单刀双掷开关 S 拨至 2 位置, 会使电容器放电。电容器下极板带正电, 则放电过程中, 电流自右向左通过 R。电压表的示数逐渐变小, 由 $C=\frac{Q}{U}$ 可知, 电容器的带电量减少。

(2) 充电电流应逐渐减小, 充电完毕后, 电流表示数为 0, A 错误, C 正确; 根据 $C=\frac{Q}{U}$ 可知充电过程电容器的带电量逐渐增多, 则电压表示数逐渐增大后趋于稳定, B 正确, D 错误。

答案: (1) 2 自右向左 减少 (2) BC

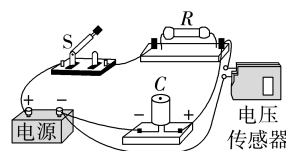
2. 解析: (1) 位置②与电容器并联, 应接入测量电压的仪器。

(2) 电压表示数最大时, 电容器充电完毕, 电流表示数为 0。

(3) 电容器放电时电压和电流都减小, 充电时, 电压增大, 电流减小, 对图像逆向分析, 该过程为电容器放电过程。电容器充电完毕后的电压等于电源电动势, 大小为 12 V, 由题图丙可知 $t=0.2$ s 时电容器两端电压 $U=8$ V, 由题图乙可知当 $U=8$ V 时, 电流 $I=40$ mA, 则电阻 R_0 消耗的功率 $P=8 \times 40 \times 10^{-3} \text{ W}=0.32 \text{ W}$ 。

答案: (1) 电压 (2) 0 (3) 放电 0.32

3. 解析: (1) 根据电路图连接实物图, 如图所示。



(2) 由题图(c)可知周期 $T=25 \times 10^{-3} \text{ s}$, 所以该矩形波的频率 $f=\frac{1}{T}=40 \text{ Hz}$ 。

(3) 由题图(d)可知, B 点后电容器两端的电压慢慢增大, 即电容器处于充电状态; 从题图中可得出, A 点为放电快结束阶段, B 点为充电开始阶段, B 点时电阻两端电压更大, 所以在 B 点时通过电阻 R 的电流更大; 另外, 由 $I=\frac{Q}{t}=C \frac{\Delta U_C}{\Delta t}$ 可知, 电流

大小与 $U_C - t$ 图像的斜率成正比,也可知 B 点时通过 R 的电流更大。

(4)由题图(e)可知当 $f=45\text{ Hz}$ 时,电容器两端的电压最大值约为 $U_m=3.75\text{ V}$,根据电容的定义式 $C=\frac{Q}{U}$ 可得此时电容器所带电荷量的最大值 $Q_m=CU_m=4.7\times 10^{-6}\times 3.75\text{ C}\approx 1.8\times 10^{-5}\text{ C}$ 。

答案:(1)见解析图 (2)40 (3)充电 B

(4) 1.8×10^{-5}

章末巩固(八)

1. **B** [静电场是由静止电荷产生的电场,电场线不交叉不闭合,匀强电场的电场线是等间距的平行直线, A 、 C 、 D 错误, B 正确。]

2. **D** [M 点电场强度为 0,故 A 点的电荷带正电, A 错误;设 A 点的电荷所带电荷量为 q' ,根据 $k\frac{q'}{(2r)^2}=k\frac{q}{r^2}$,解得 $q'=4q$, B 错误;因无穷远处电势为 0,则 P 点电势为正, C 错误;撤去 B 处的点电荷, M 点的电场强度大小为 $k\frac{q}{r^2}$, D 正确。]

3. **A** [根据题意可知,电容器与电源保持连接,电容器两端电压不变,现将电容器两极板间距增大至原来的两倍,由公式 $E=\frac{U}{d}$ 可知,极板间电场强度变为原来的 $\frac{1}{2}$,则由 $W=EqL$ 可知,再把电荷由 a 移至 b ,则静电力做功变为原来的 $\frac{1}{2}$,即静电力做功为 $\frac{W}{2}$ 。故选 A 。]

4. **D** [电子 a 恰好做半径为 r 的圆周运动,设电子 a 的运动速率为 v ,则对电子 a 由牛顿第二定律有 $Ee=m\frac{v^2}{r}$,又电子 a 的入射动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$,联立可得 $E=\frac{2E_k}{er}$, A 错误;电场线的疏密程度反映电场的强弱,电场线密的地方电场强度大,电场线疏的地方电场强度小,由题图径向电场的电场线分布可知,越靠近圆心处,电场线越密集,电场强度越大,又 P 点比 C 点更远离圆心,所以 P 点的电场强度小于 C 点的电场强度, B 错误;由于沿着电场线方向电势逐渐降低,则该电场中越远离圆心,电势越低,又 $|CQ|=2|BP|$,则 Q 点比 P 点更远离圆心, $\varphi_Q<\varphi_P$,又电子带负电,则电子 b 在 P 点的电势能小于在 Q 点的电势能,由能量守恒定律可知,电子 b 在 P 点的动能大于在 Q 点的动能, C 错误;由于 $|CQ|=2|BP|$,越远离圆心,电场越弱,故 C 、 Q 间的平均电场强度小于 B 、 P 间的平均电场强度,又 B 、 P 间的电势差为 U ,则由 $U=Ed$ 可知, C 、 Q 间的电势差小于 $2U$,又全程静电力对电子 b 做负功,所以电子 b 全程克服静电力做的功小于 $2eU$, D 正确。]

5. **AC** [由题可知,小球向左运动的过程中,静电力做负功,则电场方向水平向右,由 A 到 B 过程有 $mgL\cos\theta - qE(L + L\sin\theta)=0$,解得 $E=\frac{mg}{2q}$, A 正确;根据上述分析可知,由 A 到 B 过程静电力做负功,因此小球在 B 点时的电势能最大, B 错误;由 A 到 C 过程有 $mgL - qEL=\frac{1}{2}mv_C^2$,在 C 点有 $T - mg=\frac{mv_C^2}{L}$,根据牛顿第三定律有 $T'=T$,解得 $T'=2mg$, C 正

确;由于 $E=\frac{mg}{2q}$,即有 $\frac{mg}{qE}=2$,令物理等效最低点位置与圆心

连线方向与水平方向的夹角为 α ,则有 $\tan\alpha=\frac{mg}{qE}=2$,小球经过物理等效最低点时的动能最大,即该位置位于 A 、 C 之间,不在 C 点, D 错误。]

6. **AC** [已知速度大小为 v 的微粒恰能运动到 N 点,且速度大小也为 v ,微粒在重力场和电场组成的等效重力场中做类斜抛运动,则等效重力场方向与 MN 垂直且斜向左下方,则 $qE=mg\tan 45^\circ=mg$,得 $E=\frac{mg}{q}$, A 正确;已知速度大小为 v 的微粒恰能运动到 N 点,根据斜抛运动对称性可知,经过 N 点时的速度方向竖直向下,则竖直方向有 $2g\cdot\sqrt{2}R=v^2-0$,得 $R=\frac{\sqrt{2}v^2}{4g}$, B 错误;过 O 点作 MN 的垂线与圆形区域下方的交点为等效重力场的等效“最低点”,从 M 点运动到等效“最低点”时,等效重力 $mg'=\sqrt{(qE)^2+(mg)^2}=\sqrt{2}mg$ 做功最多,动能增加量最大,故 $\Delta E_k=\sqrt{2}mgR=\frac{1}{2}mv^2$, C 正确;微粒从 M 点运动到圆形区域最右侧时克服静电力做功最多,电势能增加量最大,故 $\Delta E_p=qE\cdot\left(R+\frac{\sqrt{2}}{2}R\right)=\frac{\sqrt{2}+1}{4}mv^2$, D 错误。]

7. 解析:(1)根据 $Q=It$ 可知, $I-t$ 图线与坐标轴所围的面积的物理意义为充电后电容器所带的电荷量。

(2)充电结束时电容器两端的电压等于电源两端电压,为 $U=6\text{ V}$, $I-t$ 图线与坐标轴所围的格数约为 43 个,则充电后电容器的电荷量为 $Q=43\times 0.2\times 10^{-3}\times 0.4\text{ C}=3.44\times 10^{-3}\text{ C}$,则电容器的电容 $C=\frac{Q}{U}\approx 5.7\times 10^{-4}\text{ F}$ 。

(3)根据 $I_m=\frac{U}{R}$ 可知, R 变大,则放电电流的最大值减小,则有 $I_1>I_2$,两次充电电荷量相等,因此图线与坐标轴所围面积相等,即 $S_1=S_2$ 。

(4)充电完成后,平行板电容器极板所带电荷量一定,将单刀双掷开关合向“2”,电容器放电,若想延长放电过程的时间,由 $Q=It$ 可知需要减小对应时刻的放电电流的大小,故可以增大电阻箱接入电路的电阻。

答案:(1)充电后电容器所带的电荷量

(2)6 5.7×10^{-4} (或 5.6×10^{-4} 或 5.9×10^{-4})

(3) $>$ (4)增大电阻箱接入电路的电阻

8. 解析:(1)小球进入竖直方向的匀强电场后做类平抛运动,小球带正电,受到的静电力方向竖直向上,根据牛顿第二定律,加速度 $a=\frac{mg-qE_0}{m}$,解得 $a=5\text{ m/s}^2$

根据平抛运动规律,小球沿水平方向做匀速运动,有 $x_A=v_0t$

竖直方向有 $y_P=\frac{1}{2}at^2$

联立得 $v_0=x_A\sqrt{\frac{a}{2y_P}}$

代入数据,解得 $v_0=1\text{ m/s}$ 。

(2)设水平电场的电场强度大小为 E ,因未进入水平电场前,带电小球做类平抛运动,所以进入水平电场时竖直方向的速度 $v_y=\sqrt{2y_Pa}$

因为小球在水平电场区域恰好做直线运动,所以合外力的方向与速度方向在一条直线上,即速度方向与合外力的方向相同,

$$\text{有 } \frac{qE}{mg} = \frac{v_0}{v_y}$$

解得 $E = 50 \text{ N/C}$

设小球在水平电场中运动的水平距离为 l , 则 $\frac{qE}{mg} = \frac{l}{d}$

根据电势差与电场强度的关系有 $U_{AB} = El$

解得 $U_{AB} = 5 \text{ V}$ 。

(3) 设小球在 B 点的速度大小为 v , 对小球运动的全过程, 由动能定理有 $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mg(y_P + d) + qU_{AB} - qE_0y_P$, 解得 $v = \sqrt{10} \text{ m/s}$ 。

答案: (1) 1 m/s (2) 5 V (3) $\sqrt{10} \text{ m/s}$

课时作业(四十八)

1. A [在时间 t 内通过导体横截面的自由电荷总电量 $Q = Nvtq$,

电流的定义式 $I = \frac{Q}{t}$, 联立解得 $v = \frac{I}{Nq}$, 故选 A。]

2. B [根据电流定义式可得 $I = \frac{e}{T}$, 可得电子绕氢原子核一周的

时间 $T = \frac{e}{I}$, 则有 $\frac{T}{t} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{1 \times 10^{-3} \times 43 \times 10^{-18}} \approx 3.7$, 故选 B。]

3. A [由于 $a > b > c$, 根据电阻定律 $R = \rho \frac{l}{S}$, 可得最大阻值

$R = \rho \frac{a}{bc}$, 最小阻值 $R' = \rho \frac{c}{ab}$, 故 $R' = \frac{c^2 R}{a^2}$, 故 A 正确。]

4. A [最亮的灯泡的实际电功率是最大的, 即通过的电流最大的, 根据串、并联电路规律可知, 灯泡 L_1 在干路上, 电流最大, 所以最亮的灯泡是灯泡 L_1 , 故 A 正确, B、C、D 错误。]

5. B [由题图表可知金属铝的电阻率 $\rho = 2.9 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, 根据电阻的决定式 $R = \rho \frac{l}{S}$, 代入数据得 $R = 2.9 \times 10^{-8} \times$

$\frac{0.05}{145 \times 10^{-6}} \Omega = 1 \times 10^{-5} \Omega$, 根据欧姆定律得 $U = IR$, 解得 $U = 4 \times 10^{-3} \text{ V} = 4 \text{ mV}$, 故 B 正确。]

6. B [B 点时导体电阻为 $R_B = \frac{U_B}{I_B} = \frac{6}{0.15} \Omega = 40 \Omega$, 故 A 错误,

B 正确; A 点时导体电阻为 $R_A = \frac{U_A}{I_A} = \frac{3}{0.1} \Omega = 30 \Omega$, 工作状态从 A 变化到 B 时, 导体的电阻因温度的影响改变 $\Delta R = R_B - R_A = 10 \Omega$, 故 C、D 错误。]

7. A [依题意, 当使用 A、B 两个端点时, 满偏电压为 $U_1 = 3 \text{ V}$, 有 $U_1 = I_g(R_g + R_1)$, 当使用 A、C 两个端点时, 满偏电压为 $U_2 = 15 \text{ V}$, 有 $U_2 = I_g(R_g + R_1 + R_2)$, 联立解得 $R_1 = 2700 \Omega$, $R_2 = 12000 \Omega$, 故选 A。]

8. C [在样品的 C、D 两端加上电压后, 根据电阻定律可得样品的电阻 $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{b}{ac}$, 故 A 错误; 设该金属样品中单位体积内的自由电子个数为 n , 则单位时间内有 $I = nacev \cdot e$, 解得 $n = \frac{I}{acev}$, 故 B 错误, C 正确; 该金属样品中自由电子的总个数

$N = nacb = \frac{Ib}{ev}$, 故 D 错误。]

9. A [根据公式 $P = \frac{U^2}{R}$ 可得灯泡 A 的电阻 $R_A = \frac{U_A^2}{P_A} = \frac{110^2}{25} \Omega =$

484Ω , 灯泡 B 的电阻 $R_B = \frac{U_B^2}{P_B} = \frac{110^2}{100} \Omega = 121 \Omega$, 选项 A 是灯

泡 B 和可变电阻并联后又和灯泡 A 串联, 两灯泡要想正常工作, 必须满足灯泡 B 与可变电阻并联后的总电阻和灯泡 A 的电阻相等, 因并联电路中总电阻小于各支路电阻, 故灯泡 A 和灯泡 B 不能同时正常发光, 故选项 A 符合题意。选项 B 中灯泡 A 和可变电阻并联, 其总阻值可能与灯泡 B 的电阻相等, 此时 A、B 灯泡均可能正常工作; 选项 C 是灯泡 A 和可变电阻串联, 根据串联电路电阻的分压特点可知, 要使灯泡 A 正常工作, 与灯泡 A 串联的可变电阻应接入与灯泡 A 等阻值的电阻, 同理, 灯泡 B 正常工作时, 与灯泡 B 串联的可变电阻应接入与灯泡 B 等阻值的电阻, 因此两灯泡可以正常工作; 选项 D 是灯泡 A 和灯泡 B 并联后又与可变电阻串联, 两灯泡要想正常工作, 必须满足灯泡 A 与灯泡 B 并联后和可变电阻 R 的阻值相等, 即通过调节可变电阻可以使两灯泡两端的电压为 110 V , 可以正常发光, 故选项 B、C、D 不符合题意。]

10. 解析: (1) 闭合开关 S 前, 应将滑片 P 调至最左端, 即 M 端。

(2) 根据题意有 $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_1}$, 代入数据解得 $R_1 = 100 \Omega$ 。当

开关接 1 时, 电压表的量程较大, 即为 $0 \sim 3 \text{ V}$, 所以 $U =$

$I(\frac{R_g R_1}{R_g + R_1} + R_2 + R_3)$, 代入数据解得 $R_3 = 2400 \Omega$ 。

(3) 当单刀双掷开关拨到 2 位置时, 有 $U' =$

$I(\frac{R_g R_1}{R_g + R_1} + R_2)$, 代入数据解得 $U' = 0.6 \text{ V}$ 。

答案: (1) M (2) 100 2400 (3) $0 \sim 0.6$

课时作业(四十九)

1. D [由于传感器电阻 R 的电阻值随酒精气体浓度的增大而减小, 而酒驾驾驶员吹气时, 酒精气体浓度变大, R 变小, 由闭合

电路欧姆定律可知 $I = \frac{E}{R_0 + R + r}$, $U = E - I(R_0 + r)$, 可知电

流表示数变大, 电压表示数变小, 故 A、B、C 错误; 酒精气体浓度越大, 电流越大, 电源总功率 $P = EI$ 变大, 故 D 正确。]

2. A [当 S 断开后, 电压表读数为 $U = 3 \text{ V}$, 则电动势 $E = 3 \text{ V}$, 当 S 闭合后, 由闭合电路欧姆定律知 $E = U' + Ir$, 且 $I = \frac{U'}{R}$, 整理

得电源内阻 $r = \frac{(E - U')R}{U'} = 1 \Omega$, 选项 A 正确。]

3. D [当滑动变阻器 R_0 的滑片向上滑动时, R_0 接入电路的阻值变大, 外电路的电阻变大, 回路中总电流减小, 电源的内电压减小, 所以路端电压增大, 即电压表的示数增大, 故 A 错误; R_1 两端的电压也随之减小, 故 R_0 与 R_2 两端的电压增大, 则电流表的示数增大, 故 B 错误; $P_{\text{总}} = EI$, 故电源的总功率减小, 故 C 错误; $P_r = I^2 r$, 故电源内阻消耗的电功率减小, 故 D 正确。]

4. D [灯泡正常发光, 则电路中的电流 $I = \frac{P}{U} = 2 \text{ A}$, 故 A 错误; 电动机两端电压 $U_M = E - Ir - U = 28 \text{ V}$, 故 B 错误; 电动机的发热功率 $P_{\text{热}} = I^2 R = 8 \text{ W}$, 故 C 错误; 电动机的输出功率 $P_{\text{出}} = U_M I - I^2 R = 48 \text{ W}$, 故 D 正确。]

5. C [滑动变阻器 R_4 的滑片向 b 端移动时, 接入电路的电阻减小, 则总电阻减小, 总电流增大, 电流表的示数增大, 则 $U_{\text{并}} = E - I(r + R_1)$ 减小, 则通过 R_3 的电流减小, 根据并联电路电流规律可知, 通过 R_2 的电流增大, 故 A、D 错误; 带电微粒悬停

在两水平金属板中间,则重力等于静电力,由于 $U_{并}$ 减小,根据 $E' = \frac{U_{并}}{d}$ 可知,电场强度减小,静电力减小,则带电微粒向下运动,故 B 错误;当外电阻等于内阻时电源的输出功率最大,因外电阻大小为 $R' = R_0 + R_{并}$,滑动变阻器 R_4 减小,则 R' 更接近 R_0 ,电源的输出功率增大,故 C 正确。]

6. D [根据 $P_L = \frac{U^2}{R_L}$ 解得灯泡两端电压 $U = 8 \text{ V}$,则通过电源的电流 $I = \frac{E-U}{r} = 2 \text{ A}$,故 A 错误;流过电动机 M 的电流 $I_M = I - \frac{U}{R_L} = 1.5 \text{ A}$,故 B 错误;电动机 M 输出的机械功率 $P_{出} = UI_M - I_M^2 R_M = 7.5 \text{ W}$,故 C 错误;电源的总功率 $P = EI = 24 \text{ W}$,故 D 正确。]

7. A [由题图乙可知当 R_1 的阻值最大时,对应的电压和电流分别为 2 V 、 0.1 A ,则 R_1 的最大阻值 $R_{1m} = \frac{U}{I} = \frac{2}{0.1} \Omega = 20 \Omega$,故 A 正确;根据闭合电路欧姆定律有 $E = U + I(R_2 + r)$,根据数学方法可知图像的纵轴截距为 2.5 V ,斜率的绝对值为 $|k| = \frac{2-1}{0.3-0.1} \Omega = 5 \Omega$,则电源电动势 $E = 2.5 \text{ V}$, $R_2 + r = 5 \Omega$,所以电源内阻和 R_2 的阻值都小于 5Ω ,故 B、C、D 错误。]

8. 解析:(1)电动机的输入功率 $P = IU = 5 \text{ W}$
线圈电阻上消耗的热功率 $P_{热} = I^2 r = 1^2 \times 1 \text{ W} = 1 \text{ W}$ 。
(2)电动机的输出功率 $P_{出} = P - P_{热} = 4 \text{ W}$

$$\text{效率 } \eta = \frac{P_{出}}{P} \times 100\% = 80\%。$$

答案:(1)5 W 1 W (2)4 W 80%

9. 解析:(1)由闭合电路欧姆定律得电阻 R_2 消耗的功率

$$P_2 = I^2 R_2 = \frac{E^2}{(r + R_1 + R_2)^2} R_2$$

即 $R_1 = 0$ 时,流过 R_2 的电流最大,此时 R_2 消耗的功率最大。

(2)根据题意可知,当滑动变阻器滑片在最右端时有

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{10}{3} \Omega$$

$$\text{滑动变阻器滑片在最左端时有 } R_{1m} + R_2 = \frac{U_1}{I_1}$$

$$\text{解得 } R_{1m} = \frac{50}{3} \Omega$$

$$\text{由题图乙可知 } E = U_1 + I_1 r$$

$$E = U_2 + I_2 r$$

$$\text{联立解得 } r = 5 \Omega, E = 2.5 \text{ V}$$

此时可将 R_2 看成电源的内电路中的电阻,此时的等效内阻为

$$r' = R_2 + r = \frac{25}{3} \Omega$$

$$\text{则 } R_1 \text{ 消耗的功率为 } P_{R1} = \frac{E^2}{(R_1 + r')^2} R_1 = \frac{E^2}{\frac{(R_1 - r')^2}{R_1} + 4r'}$$

可知当 $R_1 = r'$ 时, R_1 消耗的功率最大

$$\text{则 } R_1 = \frac{25}{3} \Omega。$$

$$(3) \text{ 由输出功率有 } P_{出} = \frac{E^2}{(R_{外} + r)^2} R_{外} = \frac{E^2}{\frac{(R_{外} - r)^2}{R_{外}} + 4r}$$

由此可知,当 $R_{外} = r$ 时,电源的输出功率最大,此时滑动变阻

器的阻值为 $R_1 = r - R_2$

$$\text{解得 } R_1 = \frac{5}{3} \Omega。$$

$$\text{答案:(1)} 0 \quad (2) \frac{25}{3} \Omega \quad (3) \frac{5}{3} \Omega$$

课时作业(五十)

1. 解析:(1)用游标卡尺测量其直径是 $25 \text{ mm} + 0.05 \text{ mm} \times 0 = 25.00 \text{ mm}$ 。

(2)用螺旋测微器测量其厚度是 $1.5 \text{ mm} + 0.01 \text{ mm} \times 35.0 = 1.850 \text{ mm}$ 。

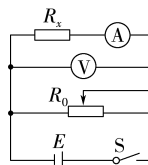
答案:(1)25.00 (2)1.850

2. 解析:螺旋测微器的固定刻度读数为 8 mm ,可动刻度读数为 $2.1 \times 0.01 \text{ mm} = 0.021 \text{ mm}$,所以最终读数为 $8 \text{ mm} + 0.021 \text{ mm} = 8.021 \text{ mm}$ 。游标卡尺的主尺读数为 20 mm ,游标尺上第 12 个刻度与主尺上某一时刻度对齐,故游标尺读数为 $12 \times 0.05 \text{ mm} = 0.60 \text{ mm}$,所以最终读数为 $20 \text{ mm} + 0.60 \text{ mm} = 20.60 \text{ mm} = 2.060 \text{ cm}$ 。工件的长度 $L = 52 \text{ mm} + 0.02 \times 18 \text{ mm} = 5.236 \text{ cm}$ 。

答案:8.021(8.020、8.022 均可) 2.060 5.236

3. 解析:(1)若电源选用 E,则通过 R_x 的最大电流为 0.15 mA ,电流表选用 C 还达不到半偏,故电源应选用 F。电压表内阻应尽可能与被测电阻阻值相差大一些且量程接近电源电压,故电压表选用 B。由此可知电路中的电流约为 1 mA ,故电流表选用 C。

(2)因为待测电阻阻值较大,所以电流表应采用内接法。因为滑动变阻器的阻值远小于待测电阻阻值,若采用限流式接法接入电路起不到多大的限流作用,所以滑动变阻器应采用分压式接法,实验电路图如图所示。



(3)因为电流表采用内接法,电压表测出的电压为 R_x 与电流表串联后两端的电压, $U_{测} > U_{实}$,而 $R = \frac{U}{I}$,所以 $R_{测} > R_{实}$ 。

答案:(1)B C F (2)见解析图 (3)大于 电压表的读数大于待测电阻两端的实际电压(其他表述正确也可)

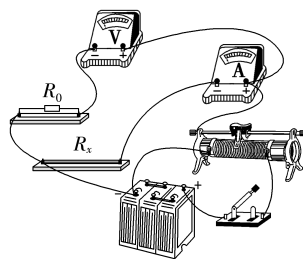
4. 解析:(1)由题可知,电压表内阻为 3000Ω ,量程为 3 V ,需改装成量程为 18 V 的电压表,

$$\text{则有 } 18 \text{ V} = 3 \text{ V} + \frac{3 \text{ V}}{3000 \Omega} R_0$$

$$\text{解得 } R_0 = 15000 \Omega。$$

(2)题图甲所示为分压式接法,滑动变阻器应当选择最大阻值较小的,故选择 R_1 。

(3)根据电路图连接实物图,如图所示。



(4)闭合开关前,应当将滑片移至最左端,使电压表示数从 0 开始变化。

(5)电压表示数为 1.20 V ,则可知此时改装后的电压表示数为

7.20 V, 即 R_x 和电流表两端的电压为 7.20 V,

可得 $R_x + R_A = \frac{7.20 \text{ V}}{3.6 \text{ mA}} = 2000 \Omega$

且 $R_A = 10 \Omega$, 解得 $R_x = 1990 \Omega$ 。

答案: (1) 15 000 (2) R_1 (3) 见解析图 (4) 左 (5) 1 990

5. 解析: (1) 由题图甲可知, 热敏电阻的阻值随温度非线性变化。
 (2) 根据题图甲可知, 保温箱内温度升高时热敏电阻阻值减小, 电磁铁线圈中电流增大, 又电流大于 I_0 时衔铁与下固定触头 b 接触, 可知在温度较低时衔铁与上固定触头 a 接触, 加热线电阻丝连入电路工作, 即加热线电阻丝的 c 端与触头 a 相连接。
 (3) 根据电阻箱的读数规则可知, 电阻箱接入电路的阻值为 $1 \times 100 \Omega + 3 \times 10 \Omega + 0 \times 1 \Omega + 0 \times 0.1 \Omega = 130.0 \Omega$ 。
 (4) 由(3)可知保温箱的温度设定在 50°C 时, 电阻箱的阻值为 130.0Ω , 50°C 时热敏电阻的阻值为 180Ω , 由闭合电路欧姆定律及题意可知, $\frac{E}{I_0} = r + R_{\text{磁}} + R_{\text{电阻箱}} + R_T$, 则保温箱在不同设定温度下, 电阻箱与热敏电阻阻值之和应相同, 若要把保温箱的温度设定在 100°C , 此时热敏电阻的阻值为 100Ω , 则电阻箱接入电路的阻值为 210.0Ω 。
 答案: (1) 非线性 (2) a (3) 130.0 (4) 210.0

课时作业(五十一)

1. 解析: (1) 发现电表指针均不偏转, 说明阻值过大, 应选用更高倍率的挡位重新测试, 即换用“ $\times 1 \text{ k}$ ”挡重新测试, 根据电流“红进黑出”规律可知, 导通情况下, 红色表笔应与二极管负极相连。
 (2) 要求电压可以从 0 开始调节, 则滑动变阻器应采用分压式接法, 即 P 应接 a 接线柱, 根据题图(A)中用两节干电池(3 V)作电源可知, 电压表应选用 $0 \sim 3 \text{ V}$ 量程, 即 Q 应接 d 接线柱。根据多用电表的读数规则结合题图(B)可知, 电流 $I = 45.1 \text{ mA}$ 。
 (3) 由题图(C)可知二极管的 $I-U$ 图线为曲线, 说明二极管为非线性元件, 有电流通过, 即正常发光时, 电压在 $1.9 \sim 2.5 \text{ V}$ 范围。
 答案: (1) $\times 1 \text{ k}$ 负极 (2) a d 45.1 (45.0~45.2 均可)
 (3) 非线性 $1.9 \sim 2.5$
 2. 解析: (1) 发现指针偏转角过大, 可知待测电阻阻值较小, 应选择开关旋到“ $\times 10$ ”挡位置, 且需要重新进行欧姆调零; 再次测量时指针位置如题图甲中 a 所示, 则该电阻阻值为 $18.1 \times 10 \Omega = 181 \Omega$ 。
 (2) 断开 S_2 , 指针位置如题图甲中 b 所示, 读数为 29.0 mA ; 闭合开关 S_1 和 S_2 , 根据闭合电路欧姆定律可得 $E = I_1(R_1 + R_A + r)$, 断开 S_2 , 根据闭合电路欧姆定律可得 $E = I_2(R_2 + R_1 + R_A + r)$, 其中 $I_1 = 43.0 \text{ mA}$, $I_2 = 29.0 \text{ mA}$, 代入数据可得 $E \approx 9 \text{ V}$, $r \approx 7 \Omega$ 。
 答案: (1) $\times 10$ 需要 181 (180~182 均可) (2) 29.0 9 7
 3. 解析: (1) 调节欧姆调零旋钮, 使表的指针指在表盘电阻挡零刻度线即右侧零刻度线处。由题图甲可知, 遮挡后电阻变大, 由此可判断光照变弱时, 该光敏电阻的阻值变大。

(2) ①调零后, 电阻表内阻 $R_{\text{内}} = \frac{1.5}{0.5 \times 10^{-3}} \Omega = 3000 \Omega$, 指针指在刻度盘的正中央, 表盘中心值电阻等于电阻表内阻, 即 $R = R_{\text{内}} = 3000 \Omega$ 。②电动势变为 1.4 V 调零后, 电阻表内阻 $R_{\text{内}}' = \frac{1.4}{0.5 \times 10^{-3}} \Omega = 2800 \Omega$, 由 300Ω 对应的电流列出关系

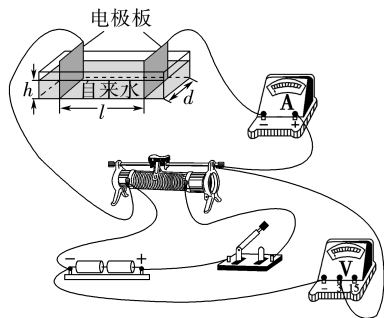
$$\text{式 } I = \frac{1.5 \text{ V}}{3000 \Omega + 300 \Omega} = \frac{1.4 \text{ V}}{2800 \Omega + R_{\text{真}}}, \text{ 解得 } R_{\text{真}} = 280 \Omega.$$

答案: (1) 右侧 变大 (2) ① 3 000 ② 280

4. 解析: (1) 测量电阻之前应该先把两支表笔直接接触, 调节滑动变阻器的阻值, 使指针指向“0”刻度位置。
 (2) 该电阻表刻度盘的中间刻度值为“15”, 而待测电阻的阻值为 150Ω , 所以应选用电阻表的“ $\times 10$ ”挡。由题图乙与电阻表的读数规则可知, 该电阻的测量值为 $R_{\text{测}} = 16 \times 10 \Omega = 160 \Omega$ 。
 (3) 由题图甲可知, 电阻箱接在两表笔间, 闭合 S_1 、断开 S_2 , 将滑动变阻器的阻值调到 0 时, 由闭合电路欧姆定律可得 $E = I(r + R_g + R_{\text{电阻箱}})$, 其中 r 未知, $R_g = 45 \Omega$, 将 $I_1 = 10 \text{ mA}$ 、 $R_{\text{电阻箱}1} = 228 \Omega$ 和 $I_2 = 20 \text{ mA}$ 、 $R_{\text{电阻箱}2} = 88 \Omega$ 两组数据代入并联立解得 $r = 7 \Omega$ 、 $E = 2.8 \text{ V}$ 。
 答案: (1) 短接(“直接接触”)也可以 0 (2) $\times 10$ 160 (3) 2.8

课时作业(五十二)

1. 解析: (1) 游标卡尺的主尺读数为 1 mm , 游标尺上第 4 个刻度与主尺上某一刻度对齐, 所以游标尺读数为 $4 \times 0.1 \text{ mm} = 0.4 \text{ mm}$, 所以最终读数为 $1 \text{ mm} + 0.4 \text{ mm} = 1.4 \text{ mm}$ 。
 (2) 闭合开关 S , 单刀双掷开关拨到 a 时, 电压表读数为 2.0 V , 则电路中电流 $I = \frac{U_1}{R_0} = \frac{2.0}{20} \text{ A} = 0.1 \text{ A}$, 单刀双掷开关拨到 b 时, 电压读数为 4.5 V , 则碳纤维板两端电压 $U_2 = 4.5 \text{ V} - U_1 = 2.5 \text{ V}$, 碳纤维板的电阻 $R = \frac{U_2}{I} = \frac{2.5}{0.1} \Omega = 25 \Omega$; 由 $R = \rho \frac{L}{S}$ 解得, 碳纤维板的电阻率 $\rho = \frac{RS}{L} = \frac{25 \times 2 \times 10^{-2} \times 1.4 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-2}} \Omega \cdot \text{m} = 3.5 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ 。
 答案: (1) 1.4 (2) 25 3.5×10^{-3}
 2. 解析: (2) 电源电动势为 3 V , 故电压表量程选择 $0 \sim 3 \text{ V}$; 由于电流表的内阻已知, 故电流表采用内接法, 实物连接图如图所示。



- (4) 根据电阻定律 $R_x = \rho \frac{l}{dh} = \frac{\rho}{dh} \cdot l$, 故可得 $k = \frac{\rho}{dh}$, 即 $\rho = kdh$, 由于电阻率越小越容易导电, 根据题图(b)可知 65°C 的水的电阻率更小, 故可知温度高的水更容易导电。
 答案: (2) 见解析图 (4) kdh 高
 3. 解析: (1) 由于电压表测量的是乙、丙之间的电压, 则 L 是丙到乙的距离。

(2) 根据电阻定律有 $R = \rho \frac{L}{a^2}$

再根据欧姆定律有 $R = \frac{U}{I}$

联立有 $U = \frac{\rho I}{a^2} L$, 即 $k = \frac{\rho I}{a^2}$

则 $\rho = \frac{ka^2}{I}$ 。

(3)根据题图(b)可知 $k=6.5 \text{ V/m}$

则根据(2)代入数据有 $\rho=6.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$ 。

答案:(1)乙 (2) $\frac{ka^2}{I}$ (3) 6.5×10^{-5}

4. 解析:(2)电压表(内阻非常大)可视为理想电压表,不考虑电压表的分流作用,所以 K 与 1 端相连和 K 与 2 端相连时,电路中的电流相同。根据电路结构与欧姆定律可知 $U_1=Ir, U_2=$

$$I(R_0+r), \text{解得 } I=\frac{U_2-U_1}{R_0}, r=\frac{U_1 R_0}{U_2-U_1}。$$

(5)根据螺旋测微器的读数原则,可知螺旋测微器的读数为 $0+15.0 \times 0.01 \text{ mm}=0.150 \text{ mm}$ 。

(6)由电阻的决定式 $r=\frac{\rho L}{d^2}=\frac{4\rho L}{\pi d^2}$,得 $\rho=\frac{\pi d^2 r}{4L}$,代入数据得

$$\rho \approx 5.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}。$$

答案:(2) $\frac{U_2-U_1}{R_0}$ $\frac{U_1 R_0}{U_2-U_1}$ (5)0.150 (6)5.0

课时作业(五十三)

1. 解析:(1)①为了保护电路,开关闭合前应将金属夹置于电阻丝接入电路的电阻最大处,即 A 端。

(2)(3)设金属丝的总电阻为 R ,总长度为 x ,对题图(a)根据闭合电路欧姆定律有 $E=U+\frac{U}{\left(\frac{RL}{x}\right)}r$,可得 $\frac{1}{U}=\frac{1}{E}+\frac{xr}{ER} \cdot \frac{1}{L}$,

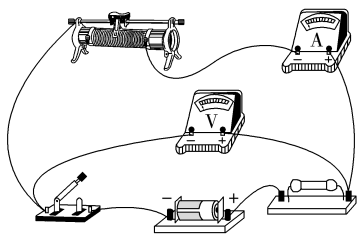
对题图(b)有 $E=U+\frac{U}{\left(\frac{RL}{x}\right)}(r+R_0)$,可得 $\frac{1}{U}=\frac{1}{E}+$

$$\frac{x(r+R_0)}{ER} \cdot \frac{1}{L}, \text{结合题图(c)可知 } b=\frac{1}{E}, k_1=\frac{xr}{ER}, k_2=$$

$$\frac{x(r+R_0)}{ER}, \text{又 } \frac{k_2}{k_1}=n, \text{解得 } E=\frac{1}{b}, r=\frac{R_0}{n-1}。$$

答案:(1)①A (2) $\frac{1}{b}$ (3) $\frac{R_0}{n-1}$

2. 解析:(1)根据电路图可得实物连接图如图所示:



电路中的最大电流 $I_{\max}=\frac{E}{R_0}=\frac{3}{4} \text{ A}=0.75 \text{ A}$,为了减小误差,

电流表应选择量程为 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ 的 A_1 。

(2)根据闭合电路欧姆定律有 $E=U_1+I_1(r+R_0), E=U_2+I_2(r+R_0)$

$$\text{联立可得 } E=\frac{U_2 I_1-U_1 I_2}{I_1-I_2}, r=\frac{U_1-U_2}{I_2-I_1}-R_0。$$

答案:(1)见解析图 A_1 (2) $\frac{U_2 I_1-U_1 I_2}{I_1-I_2}$ $\frac{U_1-U_2}{I_2-I_1}-R_0$

3. 解析:(1)根据题意可知,开关 S_2 拨向 1 或 2 时,电流表读数一样,则电阻箱的读数等于灵敏电流计的内阻,即 $R_g=R_1$ 。

(2)根据题意,由闭合电路欧姆定律有 $I=\frac{E}{R+R_0+r}$

$$\text{整理可得 } \frac{1}{I}=\frac{1}{E} \cdot R+\frac{R_0+r}{E}$$

结合 $\frac{1}{I}-R$ 图像及题意可得 $\frac{1}{E}=k, \frac{R_0+r}{E}=b$

$$\text{解得 } E=\frac{1}{k}, r=\frac{b}{k}-R_0。$$

答案:(1) R_1 (2) $\frac{1}{k}$ $\frac{b}{k}-R_0$

4. 解析:(1)题图甲中电压表的分度值为 0.02 V ,故电压表的读数为 0.40 V 。

(2)设电压表的内阻为 R_V ,根据闭合电路欧姆定律可得 $E=$

$$U+\left(\frac{U}{R_V}+\frac{U}{R}\right)r, \text{整理可得 } \frac{1}{U}=\frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R}+\frac{R_V+r}{ER_V}, \text{可知 } \frac{1}{U}-$$

$$\frac{1}{R} \text{ 图像的斜率 } k=\frac{r}{E}=\frac{5.0-3.0}{(0.5-0.1) \times 10^{-3}} \Omega/\text{V}=5000 \Omega/\text{V},$$

$$\frac{1}{U}-\frac{1}{R} \text{ 图像的纵轴截距 } b=\frac{R_V+r}{ER_V}=2.5 \text{ V}^{-1}, \text{联立解得 } E=$$

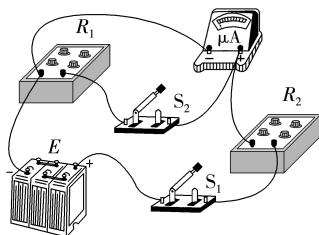
$$1.2 \text{ V}, r=6000 \Omega=6.0 \text{ k}\Omega。$$

(3)查资料发现,由图像计算得到的水果电池电动势符合实际,那么用电压表直接测量水果电池两极间电压与电动势有明显偏差的原因是水果电池的内阻过大,内阻分到的内电压较大,使得外电压(电压表示数)明显小于电池电动势。

答案:(1)0.40 (2)1.2 6.0 (3)水果电池的内阻过大

课时作业(五十四)

1. 解析:(1)实物连接如图所示。



(2)实验采用了半偏法测电阻,实验中,闭合开关 S_2 前后,认为电路的干路电流保持不变,根据欧姆定律有 $I'_g R_g=(I_g-I'_g)R_1$

$$\text{解得 } R_g=298 \Omega。$$

(3)根据上述分析有 $R_g=\left(\frac{I_g-I'_g}{I'_g}\right)R_1$,实际上,闭合开关 S_2

后,电路的总电阻变小,干路电流变大,则通过 R_1 的电流大于 $I_g-I'_g=(100-60)\mu\text{A}=40 \mu\text{A}$,可知微安表内阻的测量值小于真实值。

答案:(1)见解析图 (2)298 (3)小于

2. 解析:(1)题图甲电路采用半偏法测电压表内阻,实验中认为调节电阻箱时滑动变阻器上的分压不变,但实际情况是由于并联部分的电阻增大造成分压略微增大,从而造成系统误差,为了尽量减小这一误差,需要滑动变阻器负责分压部分的电阻远小于支路电阻,所以滑动变阻器应选择阻值较小的 R_1 。根据分

$$\text{压原理可知,电压表 } V_1 \text{ 的内阻为 } R_{V1}=\frac{2.5}{3-2.5} \times 500 \Omega=$$

$$2500 \Omega。$$

$$(2) \text{根据题图乙电路可得 } \frac{U_1}{R_{V1}}=\frac{U_2-U_1}{R}$$

$$\text{可得 } V_1 \text{ 的内阻为 } R_{V1}=\frac{U_1 R}{U_2-U_1}。$$

(3)小王同学的测量结果存在系统误差,当调大电阻箱的电阻

时,电压表和电阻箱串联支路分得的总电压变大,则当电压表的示数为 2.5 V 时,电阻箱两端的实际电压大于 0.5 V,则有 $R_{V1测} > R_{V1真}$;由题图乙所示电路图可知,小李同学的实验结果不存在系统误差。

答案:(1) R_1 2 500 Ω (2) $\frac{U_1 R}{U_2 - U_1}$ (3)小王

3. 解析:(1)使用多用电表粗测电阻的步骤应为①机械调零;使用前,若指针没有指在左端“ ∞ ”位置,要用螺丝刀转动指针定位螺丝,使指针指在“ ∞ ”位置;②选挡:估计待测电阻的大小,旋转选择开关,使其置于电阻挡的合适挡位;③欧姆调零:将红、黑表笔短接,调整欧姆调零旋钮,使指针指在表盘右端“0”刻度线处;④测量示数:将两表笔分别与待测电阻的两端接触,指针示数乘以倍率即为待测电阻的阻值。故该实验中正确的操作顺序应为 CAB。由于多用电表在使用时电流流向为“红进黑出”,且通过电压表的电流流向为“正进负出”,所以在用多用电表粗测电压表内阻时,多用电表的红、黑表笔应分别与待测电压表的负极、正极相连;由题图(a)中的虚线 I 可知,待测电压表的内阻约为 1 500 Ω ,则为了使指针指在中央刻度线附近,应将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 100$ ”位置。由题图(a)中的实线 II 可知该电压表的内阻为 $R_{内} = 16 \times 100 \Omega = 1.6 \text{ k}\Omega$ 。

(2)由题图(b)可知,滑动变阻器采用分压式接法,则为了方便调节,滑动变阻器应选最大阻值较小的 R_1 ,为了保护电路,闭合开关前测量电路部分的分压应为 0,即滑动变阻器的滑片应置于 a 端。

(3)由题图(b)可知,流过待测电压表和流过定值电阻 R_0 的电流相等,则结合欧姆定律和串联电路分压规律有 $\frac{U}{R_V} = \frac{U_1 - U}{R_0}$,

可得 $R_V = \frac{UR_0}{U_1 - U}$ 。

(4)将 $U_1 = 4.20 \text{ V}$ 、 $U = 2.78 \text{ V}$ 、 $R_0 = 800 \Omega$ 代入(3)中表达式,可得 $R_V = \frac{2.78 \times 800}{4.20 - 2.78} \Omega \approx 1.57 \text{ k}\Omega$ 。

答案:(1)CAB 负极、正极 $\times 100$ 1.6

(2) R_1 a (3) $\frac{UR_0}{U_1 - U}$ (4)1.57

4. 解析:(1)选用电阻挡的倍率为“ $\times 100$ ”,则 R_x 的测量值为 $6 \times 100 \Omega = 600 \Omega$ 。

(2)某次实验,电流表的示数为 I ,电压表的示数为 U ,则电阻测量值 $R_{x测} = \frac{U}{I}$,题图乙电路中的电流表采用内接法,误差来源于电流表的分压,使得电压表读数大于待测电阻的真实电压,则该测量值与 R_x 的真实值相比偏大。

(3)先将开关 S 接 1 时,根据闭合电路欧姆定律可得 $I = \frac{E}{r + R_1 + R_A + R_x}$,再将开关 S 接 2 时,根据闭合电路欧姆定律可得 $I = \frac{E}{r + R_1 + R_A + R_0}$,可知 R_x 的测量值为 R_0 ;电流表内阻对测量结果无影响。

(4)先闭合开关 S_1 ,调节 R_1 ,使电流计指针满偏,则有 $I_{总} = I_g = \frac{E}{r + R_1 + R_g}$,再闭合开关 S_2 ,保持 R_1 不变,调节 R_2 使得电流计指针半偏,记下此时 R_2 的值为 R'_0 ,则有 $I'_{总} = \frac{E}{r + R_1 + \frac{R_g R'_0}{R_g + R'_0}} \approx I_{总} = I_g$

则有 $\frac{1}{2} I_g R_g = (I'_{总} - \frac{1}{2} I_g) R'_0 \approx \frac{1}{2} I_g R'_0$

可知 R_g 的测量值为 R'_0

若不考虑偶然误差,由 $I'_{总} = \frac{E}{r + R_1 + \frac{R_g R'_0}{R_g + R'_0}} > I_{总} =$

$\frac{E}{r + R_1 + R_g} = I_g$

则有 $\frac{1}{2} I_g R_{g真} = (I'_{总} - \frac{1}{2} I_g) R'_0 > \frac{1}{2} I_g R'_0$

可得 $R_{g真} > R'_0$,则电流计内阻的测量值小于其真实值。

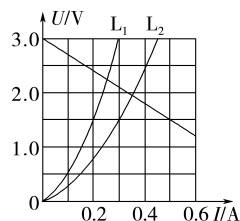
答案:(1)600 (2) $\frac{U}{I}$ 偏大 (3) R_0 无 (4) R'_0 小于

章末巩固(九)

1. D [电容器充电后所带的电荷量 $Q = CU = 15 \times 10^{-6} \times 5\,000 \text{ C} = 0.075 \text{ C}$,A 错误;电容器的电容由电容器本身的性质决定,与电容器是否带电无关,故电容器充电过程中电容保持不变,B 错误;电容器放电过程中放电电流逐渐减小,C 错误;电容器放电过程中的平均电流 $\bar{I} = \frac{Q}{t} = \frac{0.075}{3 \times 10^{-3}} \text{ A} = 25 \text{ A}$,D 正确。]

2. D [无线充电器不是纯电阻电路,欧姆定律不适用,电阻无法求出,由输出功率公式可得 $P_{出} = P_{电} - P_{热} = UI - I^2 r$,所以输出功率无法求出,故 A、B 错误;4 000 mA $\cdot$ h 指的是电池充满电时贮存的电荷量,故 C 错误;根据电功表达式 $E_{电} = W = UIt = 5.76 \times 10^4 \text{ J}$,因为充电过程还有额外的电池发热、充电器发热等能量损耗,所以消耗的总电能大于 $5.76 \times 10^4 \text{ J}$,故 D 正确。]

3. B [电源电动势为 3 V,内阻为 3 Ω ,作出电源路端电压和电流的关系图像(如图),两个小灯泡并联,故接入电路时两小灯泡的电压和电路的路端电压均相等,根据闭合电路欧姆定律有 $E = U + Ir$,且两灯泡电流之和等于干路电流。综合分析,图中路端



电压等于 1.5 V 时满足条件。根据图像可知,当电压为 1.5 V 时, L_1 、 L_2 中的电流分别约为 0.2 A、0.3 A, L_2 的电功率约为 $P = UI_2 = 0.45 \text{ W}$,A、C 错误;电源的效率约为 $\eta = \frac{P_{出}}{P_{总}} \times 100\% = \frac{UI}{EI} = 50\%$,B 正确;电源输出功率约为 $P_{出} = UI = 0.75 \text{ W}$,D 错误。]

4. B [设电阻的厚度为 d ,其正方形表面的边长为 a ,根据电阻定律可得 $R = \rho \frac{a}{ad} = \frac{\rho}{d}$,由于材料相同,电阻率相同,且厚度相同,则有 $R_1 = R_2$,给 R_1 、 R_2 通以相同的电流,根据 $U = IR$, $P = I^2 R$ 可得 $U_1 = U_2$, $P_1 = P_2$,根据 $Q = I^2 R t$ 可知 R_1 、 R_2 在相同时间内产生的焦耳热 $Q_1 = Q_2$ 。故选 B。]

5. D [由 $\frac{R_1}{R_2} < \frac{R_3}{R_4}$ 可知电容器下极板为高电势,电容器内电场强度向上,一带电微粒恰好悬浮于电容器 C 两板的正中间位置,则带电微粒受到的静电力与重力平衡,带电微粒带正电荷,故 A 错误;电容器两极板间的电压 $\Delta U = \frac{E}{R_3 + R_4} R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2} R_1$

$=\frac{E}{3}$,带电微粒恰好悬浮,有 $mg=\frac{\Delta U}{d}q$,解得带电微粒的电荷量

大小 $q=\frac{3mgd}{E}$,故 B 错误;带电微粒的电势 $\varphi=\frac{1}{2}\left(\frac{E}{R_3+R_4}R_3+\right.$

$\left.\frac{E}{R_1+R_2}R_1\right)=\frac{E}{2}$,带电微粒的电势能 $E_p=q\varphi=\frac{3mgd}{2}$,故 C 错

误;减小电阻箱 R_1 接入电路的阻值,电容器上极板的电势减小,电容器下极板的电势不变,电容器两极板间的电压增大,电容器内的电场强度增大,带电微粒受到的静电力大于重力,悬浮的带电微粒会向上移动,故 D 正确。]

6. BC [开关 S 闭合时,照明灯变暗,说明通过照明灯的电流 $I_{灯}$ 变小,而电路的路端电压 $U=I_{灯}R_{灯}$, $I_{灯}$ 变小,因此 U 变小, A

错误, B 正确;干路电流 $I=\frac{E-U}{r}$,因为 U 变小,所以 I 变大,

而电源的总功率 $P=EI$,可得 P 变大, C 正确, D 错误。]

7. AD [将滑动变阻器的滑片向 b 端移动,滑动变阻器 R_1 的阻值变小,外电路总电阻 $R_{外}$ 变小,则根据闭合电路的欧姆定律有 $E=I(R_{外}+r)$,干路电流 I 变大,再根据 $U=E-Ir$ 可知,

外电压即路端电压减小,则电阻 R_3 两端的电压减小,根据 $I_1=\frac{U}{R_3}$ 可知,

I_1 减小,即电流表示数变小,故 C 错误;由于干路电流 I 变大,根据 $I=I_1+I_2$, I_1 减小,故流过 R_1 与 R_2 的电流 I_2 增大,根据 $U_2=I_2R_2$ 可得电压 U_2 增大,即电压表示数增大,故 D 正确;电源的总功率 $P=EI$,由于干路电流 I 变大,则

电源的总功率变大,故 B 错误;电源的效率 $\eta=\frac{I^2R_{外}}{I^2R_{外}+I^2r}\times$

$100\%=\frac{R_{外}}{R_{外}+r}\times 100\%=\frac{1}{1+\frac{r}{R_{外}}}\times 100\%$,可知外电路总电阻

$R_{外}$ 变小,则电源的效率变小,故 A 正确。]

8. 解析: (1) 实验开始前,电阻箱的阻值应调至最大,其目的是使电路电流最小,保护电路安全。

(2) 根据闭合电路欧姆定律可得 $E=U+\frac{U}{R}r$

整理可得 $\frac{1}{U}=\frac{r}{E}\cdot\frac{1}{R}+\frac{1}{E}$

可知 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图像的纵轴截距为 $a_1=\frac{1}{E}$

$\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图像的斜率为 $k=\frac{a_2-a_1}{b}=\frac{r}{E}$

解得 $E=\frac{1}{a_1}$, $r=\frac{a_2-a_1}{a_1b}$ 。

答案: (1) 使电路电流最小,保护电路安全

(2) $\frac{1}{a_1}$ $\frac{a_2-a_1}{a_1b}$

9. 解析: (1) 要使 cd 两端电压 U_0 在实验中基本不变,滑动变阻器应该选择阻值较小的 A。

(2) 由电路可知 $R_T=\frac{U_0-U_1}{\frac{U_1}{R_1}}=\frac{(2.50-1.40)\times 200}{1.40}\Omega\approx$

157 Ω 。

(3) 题中滑片 P 位置保持不变,因为 R 的阻值相比 R_1+R_T 很小,则电阻箱 R_1 与热敏电阻 R_T 两端电压之和保持不变,先让 S_2 接 a ,此时电压表读数为 U ,然后接 b ,读出电阻箱 R_1 的读数和电压表的读数 U' ,当温度改变时,调整 R_1 ,使得 R_1 两端

的电压表 U' 保持不变,因此可得 $\frac{R_T}{R_1}=\frac{U-U'}{U'}$,整理得

$R_T=(\frac{U}{U'}-1)R_1$

可得热敏电阻 R_T 的值。

答案: (1) A (2) 157 (3) 见解析

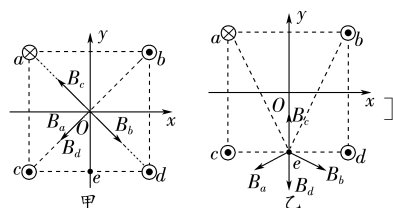
课时作业(五十五)

1. AB [减小导线直径,仍存在电流,其产生的磁场仍能使小磁针偏转, A 正确;铂金丝导线换成铜导线,仍存在电流,产生的磁场仍能使小磁针偏转, B 正确;减小电池电动势,导线中仍然有电流,小磁针还是会发生偏转, C 错误;通电导线产生的磁场与地磁场叠加后,其空间磁场方向与位置有关,当小磁针在不同位置时其偏转情况不同, D 错误。]

2. A [由左手定则,结合通电导线左半部分受到的安培力方向垂直纸面向里,右半部分所受的安培力方向垂直纸面向外,导致通电导线从上向下(俯视)看顺时针转动,同时向下移动,可知磁感线方向是从右向左,如图所示。若为条形磁体,则左端为 N 极,故 A 正确;若为蹄形磁体,则蹄形磁体左端为 N 极,故 B 错误;若为通电螺线管,则电流的方向左端应该是向下,故 C 错误;若为直线电流,则电流的方向垂直于纸面向里,故 D 错误。]

3. C [由安培定则可知导线框所在处的磁场方向垂直纸面向里,对于导线框的水平部分,选取同一竖直线上的两小段,它们所在处的磁感应强度相同,电流大小相等、方向相反,则所受安培力大小相等、方向相反,则导线框竖直方向所受合力为 0,又 $I_1>I_2$,则导线框所在处左侧的磁感应强度较大,结合左手定则和对称性可知导线框所受安培力的合力方向水平向左, C 正确, A、B、D 错误。]

4. BD [由题意可知,四条导线中的电流大小相等,且到 O 点的距离相等,故四条导线在 O 点的磁感应强度大小相等,根据右手螺旋定则可知,四条导线在 O 点产生的磁感应强度方向如图甲所示,由图甲可知, B_b 与 B_c 相互抵消, B_a 与 B_d 合成,根据平行四边形定则可知 O 点的磁感应强度方向由 O 指向 c ,其大小不为 0,故 A 错误, B 正确;由题意可知,四条导线中的电流大小相等, a 、 b 到 e 点的距离相等,故 a 、 b 处导线在 e 点的磁感应强度大小相等, c 、 d 到 e 点的距离相等,故 c 、 d 处导线在 e 点的磁感应强度大小相等,根据右手螺旋定则可知,四条导线在 e 点产生的磁感应强度方向如图乙所示,由图乙可知, B_c 与 B_d 大小相等、方向相反,互相抵消,而 B_b 与 B_a 大小相等,方向如图乙所示,根据平行四边形定则可知 B_b 与 B_a 的合磁感应强度沿 y 轴负方向,故 C 错误, D 正确。



5. A [由题图可知,当 M 、 N 与电源相连时,圆环的劣弧 MGN 和圆环的其余部分并联,两部分的长度之比为 1:3,电阻之比是 1:3,通过的电流之比为 3:1,设圆的半径为 R ,流过优弧的电流为 I_1 ,所以整个圆环所受的安培力大小为 $F_1=BI_1\cdot$

$\sqrt{2}R + B \cdot 3I_1 \cdot \sqrt{2}R = 4\sqrt{2}BI_1R$; 同理, 当 P 、 Q 与该电源相连时, 圆环所受的安培力大小为 $F_2 = 2 \cdot BI_2 \cdot 2R = 4BI_2R$,

由于 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{3}$, 所以 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$, 故 A 正确, B、C、D 错误。]

6. AC [根据安培定则可知通电导线 b 在其周围产生的磁场为逆时针方向, 如图

所示, 将导线 a 处的磁场分解为竖直方向和水平方向, 根据左手定则可知导线 a 左半部分受到的安培力垂直纸面向里, 右半部分受到的安培力垂直纸面向外; 当导线 a 转过 90° 后, 导线 a 、 b 的电流方向相同, 彼此间的安培力为引力, 所以此时细线的拉力大于导线 a 的重力, 故 A、C 正确, B、D 错误。]

7. C [由左手定则可知, 导体棒向右运动, 故 A 错误; 安培力的方向与导轨成 $(90^\circ - \theta)$ 的夹角, 如图所示,

由闭合电路欧姆定律可得 $I = \frac{E}{2R}$, 则开关闭合瞬间导体棒 MN 所受安培力 $F = ILB = \frac{BEL}{2R}$, 故 C 正

确, D 错误; 导体棒所受合力 $F_{\text{合}} = F \sin \theta = \frac{BEL \sin \theta}{2R}$, 由牛顿第二定律 $F_{\text{合}} = ma$ 可知, 开关闭合瞬间导体棒 MN 的加速度 $a = \frac{BEL \sin \theta}{2mR}$, 故 B 错误。]

8. 解析: (1) 开关闭合前电容器的电荷量为 Q , 则电容器两极板间的电压为 $U = \frac{Q}{C}$

闭合开关瞬间, 通过导体棒的电流为 $I = \frac{U}{R}$

联立解得 $I = \frac{Q}{CR}$ 。

(2) 闭合开关瞬间, 对导体棒由牛顿第二定律有 $BIL = ma$ 解得 $a = \frac{BQL}{CRm}$ 。

(3) 由(2)中结论可知, 随着电容器放电, 电容器所带电荷量不断减少, 导体棒的加速度不断减小, 当电容器两极板间的电压与导体棒产生的感应电动势相等, 即回路中电流减为 0 时, 导体棒不受安培力作用, 加速度为 0, 此后导体棒做匀速运动, 其 $v-t$ 图线如图所示。

答案: (1) $\frac{Q}{CR}$ (2) $\frac{BQL}{CRm}$ (3) 见解析图

课时作业(五十六)

1. D [由安培定则可知, 在示波管处电流磁场方向水平向右, 电子由左向右运动, 与磁感线平行, 由左手定则可知, 电子在运动过程中不受洛伦兹力, 电子来做匀速直线运动。故选 D。]

2. C [题图(a)中, 正电荷在 O 点的电场强度沿 x 轴正方向, 负电荷在 O 点的电场强度沿 x 轴正方向, 则 O 点的合电场强度沿 x 轴正方向, 电子所受静电力方向沿 x 轴负方向, 故 A、B 错误; 根据右手螺旋定则可知, 两根导线在 O 点的磁场方向均沿 y 轴负方向, 则 O 点的磁场方向沿 y 轴负方向, 根据左手定则可知电子所受洛伦兹力方向沿 x 轴正方向, 故 C 正确, D 错误。]

3. C [带电粒子在磁场中运动的轨迹如图所示, 根据几何关系

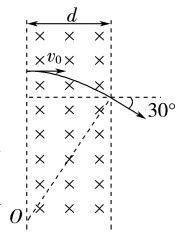
有 $R = \frac{d}{\sin 30^\circ} = 2d$, 故 A 错误; 带电粒子在匀

强磁场中做圆周运动的角速度 $\omega = \frac{v_0}{R} = \frac{v_0}{2d}$,

故 B 错误; 带电粒子在匀强磁场中运动的时间

$t = \frac{30^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{\pi d}{3v_0}$, 故 C 正确; 由洛伦兹

力提供向心力得 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$, 解得 $B = \frac{mv_0}{2dq}$, 故 D 错误。]



4. BC [粒子在磁场中运动的半径 $r = \frac{mv}{qB} = R$, A 错误; 由几何关

系可知, A 点到 CD 的距离 $d = R \cos 60^\circ = \frac{R}{2}$, B 正确; 粒子在

磁场中运动的位移大小 $x = 2R \sin 60^\circ = \sqrt{3}R$, C 正确; 粒子在

磁场中运动的时间 $t = \frac{120^\circ}{360^\circ} T = \frac{2\pi m}{3qB}$, D 错误。]

5. AB [速率为 v_1 的粒子从 AC 边射出, 根据

粒子的运动轨迹以及几何关系可知, 该粒子在磁场中的运动轨迹对应的圆心角为 120° , A

当轨迹过 C 点时, 粒子圆周运动的半径最大, 如图所示, 根据几何关系可知, 此时有 $2R_{1\max} \sin 60^\circ = L$, 由于洛伦兹力提供向

心力, 则有 $qv_{1\max}B = m \frac{v_{1\max}^2}{R_{1\max}}$, 解得 $v_{1\max} = \frac{\sqrt{3}qBL}{3m}$, 由于粒子在

磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 令粒子轨迹对应的圆心角为 θ ,

则粒子运动的时间 $t = \frac{\theta}{2\pi} T$, 解得 $t = \frac{\theta m}{qB}$, 由于两个粒子在三角

形区域内运动的时间 $t_1 : t_2 = 2 : 1$, 可知速率为 v_2 的粒子运动

轨迹对应的圆心角为 60° , 可知速率为 v_2 的粒子必定从 BC

边射出, 根据其运动轨迹及几何关系有 $L = R_2 \sin 60^\circ$, 由于洛

伦兹力提供向心力, 则有 $qv_2B = m \frac{v_2^2}{R_2}$, 解得 $v_2 = \frac{2\sqrt{3}qBL}{3m}$ 。

综上所述, 两个粒子的速率之比 $\frac{v_1}{v_2} \leq \frac{v_{1\max}}{v_2} = \frac{1}{2}$, 可知两个粒子

的速率之比 $v_1 : v_2$ 可能为 $1 : 3$ 或 $2 : 9$, 故 A、B 正确, C、D

错误。]

6. BD [电子在磁场中不同边界射出的轨迹如图

所示, 可知从 d 点离开的电子在磁场中运动的半径不是最大, 故 A 错误; 电子在磁场中运

动的半径 $r = \frac{mv}{eB}$, 由轨迹图可知, 从

ad 边离开的电子速度偏转角相等, 所以运动时间相等, 故 B 正

确; 由 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ 可得 $r = \frac{mv}{qB}$, 可知电子的速度越大半径越大,

所以从 cd 边离开的电子的速度越大, 越靠近 c 点, 同理可知,

从 bc 边离开的电子的速度越大, 半径越大, 则速度偏转角越

小, 故 C 错误, D 正确。]

7. 解析: (1) 由题意可知, 当垂直于轴线射出的电子恰好不打到筒

壁上时, 磁感应强度大小为 B_0 。

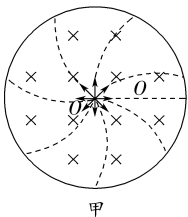
根据几何关系可知, 此种情况下电子在磁场中做匀速圆周运动

的轨迹半径 $r_0 = \frac{R}{2}$

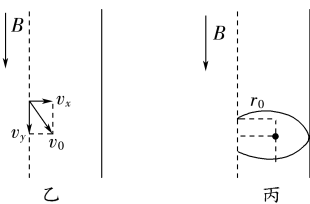
根据洛伦兹力提供向心力有 $ev_0B_0 = m \frac{v_0^2}{r_0}$

解得 $\frac{e}{m} = \frac{2v_0}{B_0 R}$ 。

(2) 当磁感应强度大小调至 $\frac{B_0}{2}$ 时, 电子运动轨迹的半径 $r' = 2r_0 = R$, 从筒的横截面看, 电子轨迹如图甲所示, 筒壁截面任意位置均有电子落到。



取轴截面分析, 根据对称性, 可分析单边侧壁, 如图乙所示, 当电子速度与磁场不垂直时, 将速度分解为 v_x 和 v_y , 电子做螺旋线运动



方向平行于横截面的分运动是速率为 v_x 的匀速圆周运动, 沿轴向的分运动是速率为 v_y 的匀速直线运动, 如图丙所示; 当平行于横截面做匀速圆周运动的轨迹直径为 R 时, 电子恰好不落到筒壁上, 即运动半径 $r_0 = \frac{R}{2}$, 根据 $ev_x B = \frac{mv_x^2}{r_0}$, 代入 $r_0 =$

$$\frac{R}{2}, B = \frac{B_0}{2}, \frac{e}{m} = \frac{2v_0}{RB_0}$$

联立解得 $v_x = \frac{v_0}{2}$

则 $v_y = \sqrt{v_0^2 - v_x^2}$, 解得 $v_y = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$

周期 $T = \frac{2\pi m}{eB}$ 或 $T = \frac{2\pi r_0}{v_x} = \frac{2\pi R}{v_0}$

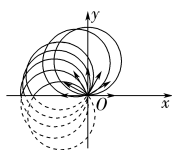
所以筒壁上沿轴向下半部分有电子落上的高度 $d = v_y \cdot \frac{T}{2} = \frac{\sqrt{3}\pi R}{2}$, 如图丁所示, 由对称性可知, 整个筒壁沿轴向有电子落到区域的高度为 $2d$, 则筒壁上落有电子的区域面积 $S = 2\pi R \cdot 2d$

联立解得 $S = 2\sqrt{3}\pi^2 R^2$ 。

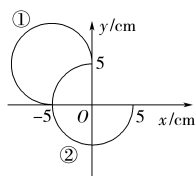
答案: (1) $\frac{2v_0}{RB_0}$ (2) $2\sqrt{3}\pi^2 R^2$

课时作业(五十七)

1. A [若让沿 x 轴正方向射出的离子的轨迹圆绕 O 点缓慢转动(如图所示), 可以得出离 y 轴的最远距离为 $x = 2r = \frac{2mv}{qB}$, 离 x 轴的最远距离为 $y = 2r = \frac{2mv}{qB}$, 故选 A。]

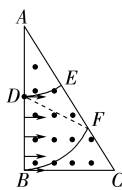


2. B [粒子带正电, 由左手定则可知, 粒子在磁场中做逆时针方向的圆周运动, 由 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ 可得 $r = \frac{mv}{qB} = 5 \text{ cm}$, 粒子运动的两种临界情况如图所示。当粒子沿轨迹①运



动时, 打到最左端, 位置坐标为 $(-5 \text{ cm}, 0)$; 当粒子沿轨迹②运动时, 打到最右端, 由几何知识可知, 最右端位置坐标为 $(5 \text{ cm}, 0)$, 故选 B。]

3. C [由题意可知, 粒子均向上偏转, 从 D 点射入和从 B 点射入的粒子的运动轨迹如图所示, 设两个粒子在 AC 边上的射出点分别为 E 、 F 点, 由于从 D 点射入的粒子恰好能垂直 AC 边射出磁场, 所以 A 点为该粒子做圆周运动的圆心, 则粒子做圆周运动的半径为 $R = \frac{1}{2}L$, 则有 $AE = \frac{1}{2}L$, 因为 D 点是 AB 的中点, 所以 D 点是从 B 点射出的粒子做圆周运动的圆心, 即有 $AD = DF$, 则根据几何知识有 $AF = 2 \times \frac{1}{2}L \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}L}{2}$, 所以有粒子射出的区域长度为 $EF = AF - AE = \frac{\sqrt{3}-1}{2}L$, 故 A、B、D 错误, C 正确。]

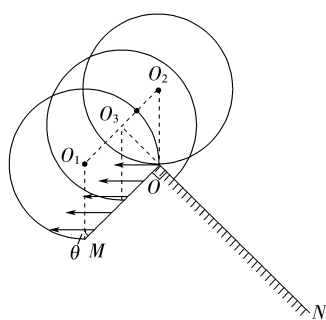


4. D [如图, 粒子源发出的粒子做圆周运动的圆心都位于 $O_1 O_2$ 连线上, 根据洛伦兹力提供向心力 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 可得

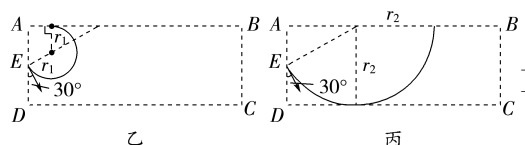
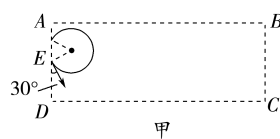
$$r = \frac{\sqrt{2}L}{2}, \text{ 则 } M \text{ 点及 } O \text{ 点发出}$$

的粒子恰好可打到 O 点, OM 之间的粒子均可打到屏上, 其中自 OM 中点发出的粒子的轨道圆心位于 NO 延长线上, 该粒子打在屏上的位置距离 O 点最远, 根据几何关系可得屏上有

粒子打到的区域长度为 $s = r(1 - \sin 45^\circ) = \frac{\sqrt{2}-1}{2}L$, 故 D 正确。]



5. CD [当粒子从 AD 边离开时, 粒子在磁场中运动的时间最长, 如图甲所示, 由图可知粒子在磁场中运动的最长时间为 $t_{\max} = \frac{300^\circ}{360^\circ}T = \frac{5}{6} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{5\pi m}{3qB}$, 故 A 错误; 当粒子刚好与 AB 边相切时, 从 AB 边射出粒子的速度最小, 如图乙所示, 根据几何关系可得 $r_1 + r_1 \sin 30^\circ = \frac{L}{2}$, 得 $r_1 = \frac{L}{3}$, 由洛伦兹力提供向心力得 $qv_1 B = m \frac{v_1^2}{r_1}$, 联立解得 $v_1 = \frac{qBL}{3m}$, 故 B 错误; 当粒子刚好与 CD 边相切时, 从 CD 边射出粒子的速度最小, 如图丙所示, 根据几何关系可得 $r_2 = L$, 由洛伦兹力提供向心力得 $qv_2 B = m \frac{v_2^2}{r_2}$, 联立解得 $v_2 = \frac{qBL}{m}$, 故 C 正确; 结合 B、C 选项分析, 由几何关系可得 AB 边上有粒子射出的区域长度为 $\Delta s = r_2 + r_2 \cos 30^\circ - r_1 \cos 30^\circ = \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3}\right)L$, 故 D 正确。



6. BC [作出一些粒子的运动轨迹如图所示,从b点射出的粒子根据几何关系有 $R^2 = (L - R)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2$, 求得 $R = \frac{5}{8}L$, A 项错误; 由 $qvB = m \frac{v^2}{R}$ 得粒子做圆周运动的速度大小 $v = \frac{qBR}{m} = \frac{5qBL}{8m}$, B 项正确; 设粒子从 PQ 射出区域的上端 d 点到 c 点的距离为 s, 根据几何关系有 $R^2 = (L - R)^2 + s^2$, 求得 $s = \frac{L}{2}$, 因此 $bd = L$, C 项正确; 从 c 点射出磁场的粒子, 在 a 点时速度与 MN 的夹角 θ 满足 $2R \cos \theta = L$, 可得 $\cos \theta = 0.8$, 则 $\theta \neq 30^\circ$, D 项错误。]

7. 解析: (1) 由 $v_1 = \frac{qBR}{m}$, $r_1 = \frac{mv_1}{qB}$, 可得 $r_1 = R$

粒子在磁场中运动的轨迹如图甲所示, 圆

弧对应的圆心角为 90° , 由 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

可得 $t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB}$ 。

(2) 由 $v_2 = \frac{2qBR}{m}$, 可得 $r_2 = 2R$

分析可知, 粒子从 N 点射出时在磁场中运动的时间最长, 如图乙所示, 由几何关系可知, 其轨迹弧对应的圆心角为 60° , 则粒子在磁场中运动时间的最大值

$t_2 = \frac{T}{6} = \frac{\pi m}{3qB}$ 。

(3) 由 $v_3 = \frac{qBR}{2m}$

可得 $r_3 = \frac{R}{2}$

分析可知, 粒子在磁场边界上出射点距 M 点最远时, 轨迹弧为一半圆, 如图丙所示, 由几何关系可知, 出射点分布的长度为磁场边界的 $\frac{1}{6}$, 即 $s = \frac{\pi R}{3}$ 。

答案: (1) $\frac{\pi m}{2qB}$ (2) $\frac{\pi m}{3qB}$ (3) $\frac{\pi R}{3}$

课时作业(五十八)

1. C [根据 $T = \frac{2\pi m}{eB}$ 可知, 被加速的带电粒子在回旋加速器中做圆周运动的周期不变, A 错误; 设 D 形盒的半径为 R, 则最终射出回旋加速器的速度满足 $evB = m \frac{v^2}{R}$, 即有 $v = \frac{ReB}{m}$, 最终射出回旋加速器的速度与电源电压无关, B 错误; 根据 $T = \frac{2\pi m}{eB}$ 可知 $m = \frac{TeB}{2\pi} = \frac{eB}{2\pi f}$, C 正确; 因为氘核(${}^2_1\text{H}$)与氦核(${}^4_2\text{He}$)的比荷不同, 做圆周运动的周期不同, 所以频率为 f 的交流电源不能用来加速氦核(${}^4_2\text{He}$), D 错误。]
2. A [根据题意, 粒子每在电场中加速一次, 动能的增加量 $\Delta E_k = qU$, 可知每次动能的增加量都相同, 故 A 正确; 由 $qvB = m \frac{v^2}{R}$ 可得 $R = \frac{mv}{qB}$, 由于 v 增大, 则粒子在磁场中运动的圆越

来越大, 但由 $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ 可知, 其周期不变, 故 B 错误; 设 D 形盒的半径为 R_0 , 则粒子的最大速度 $v_m = \frac{qBR_0}{m}$, 则粒子射出 D 形金属盒的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{q^2 B^2 R_0^2}{2m}$, 可知增大电压 U 和增大两盒之间的距离, 不会使粒子射出 D 形盒的动能增大, 故 C、D 错误。]

3. D [根据带电粒子在磁场中的偏转方向及左手定则知, 该粒子带正电, 则在速度选择器中受到的静电力水平向右, 受到的洛伦兹力应水平向左, 根据左手定则可知, 磁场方向垂直于纸面向外, A 错误; 在速度选择器中, 静电力和洛伦兹力平衡, 有 $qE = qvB$, 可得 $v = \frac{E}{B}$, 能通过狭缝 P 的带电粒子的速率等于 $\frac{E}{B}$, B 错误; 粒子进入磁场后, 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB_0 = \frac{mv^2}{r}$, 解得 $r = \frac{mv}{qB_0} = \frac{mE}{qBB_0}$, 粒子打在胶片上的位置越靠近狭缝 P, 粒子的轨迹半径越小, 粒子的比荷越大; 粒子所带电荷量相同时, 打在胶片上的位置越远离狭缝 P, 粒子的轨迹半径越大, 表明其质量数越大, C 错误, D 正确。]

4. B [带电粒子只有经过 A、C 板间时才被加速, 即带电粒子每运动一周被加速一次, 电场的方向没有改变, 不需要做周期性的变化, 故 B 正确, D 错误; 根据 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ 和 $nqU = \frac{1}{2}mv^2$ (n 为加速次数), 联立解得 $r = \frac{\sqrt{2nmqU}}{qB}$, 可知 $P_1P_2 = 2(r_2 - r_1) = 2(\sqrt{2} - 1) \frac{\sqrt{2mqU}}{qB}$, $P_2P_3 = 2(r_3 - r_2) = 2(\sqrt{3} - \sqrt{2}) \frac{\sqrt{2mqU}}{qB}$, 所以 $P_1P_2 \neq P_2P_3$, 故 C 错误; 当粒子从 D 形盒中出来时, 速度最大, 根据 $v = \frac{qBr}{m}$ 知粒子的最大速度与 D 形盒的尺寸有关, 故 A 错误。]

5. D [由静电分析器的静电力提供向心力可知, 粒子带正电, 根据左手定则可知, 磁分析器中的磁场方向应垂直于纸面向里, 故 A 错误; 在加速电场中, 根据动能定理有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$, 在静电分析器中静电力提供向心力, 有 $qE = \frac{mv^2}{R}$, 联立可得 $E = \frac{2U}{R}$, 故 B 错误; 在磁分析器中, 洛伦兹力提供向心力, 有 $qvB = \frac{mv^2}{D}$, 可得粒子从 P 点进入磁分析器到打在胶片上的距离 $D = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$, 与比荷有关, 所以仅改变粒子的比荷, 粒子不能打在胶片上的同一点, 故 C 错误; 磁场的磁感应强度 B 越小, 粒子运动的半径越大, 当 B 为最小值时, 粒子的轨迹圆与 QD 边相切, 由于圆心在 PN 上, 则半径 $R = 2d$, 此时有 $4d = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$, 解得 $B_{\min} = \frac{1}{2d} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$, 故 D 正确。]

6. 解析: (1) 区域 I 内粒子在洛伦兹力的作用下做圆周运动, 设在磁场中做圆周运动的半径为 R, 由几何关系可得 $R \sin \theta = \sqrt{3}L$ 解得 $R = 2L$

$$\text{又 } qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$$

解得区域 I 内磁场的磁感应强度大小

$$B = \frac{mv_0}{2qL}$$

(2) 粒子在磁场中运动的圆轨迹所对的圆心角为 120° , 设在磁场中运动的时间为 t_1

$$\text{则 } t_1 = \frac{120^\circ}{360^\circ} T$$

$$\text{其中 } T = \frac{2\pi R}{v_0}$$

$$\text{解得 } t_1 = \frac{4\pi L}{3v_0}$$

粒子在电场中做类平抛运动, 设该粒子的加速度大小为 a , 在电场中运动的时间为 t_2 , 沿 y 轴负方向运动的距离为 h , 则有 $qE = ma$

$$x_2 - x_1 = v_0 t_2$$

$$\text{解得 } t_2 = \frac{4\sqrt{3}L}{3v_0}$$

$$\text{其中 } h = \frac{1}{2} a t_2^2$$

$$\text{解得 } h = \frac{2L}{3}$$

由于 $h < R + R \cos \theta = 3L$

粒子从电场右边界离开, 则总时间 $t = t_1 + t_2$

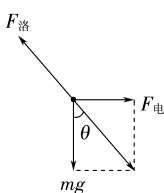
$$\text{解得 } t = \frac{4(\pi + \sqrt{3})L}{3v_0}$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mv_0}{2qL} \quad (2) \frac{4(\pi + \sqrt{3})L}{3v_0}$$

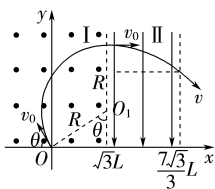
课时作业(五十九)

1. D [根据功率的计算公式可知 $P = Fv \cos \theta$, 则静电力的瞬时功率为 $P = qEv_1$, A 错误; 由于 v_1 与磁感应强度 B 平行, 则根据洛伦兹力的计算公式可知 $F_{\text{洛}} = qv_2B$, B 错误; 根据运动的合成与分解可知, 离子在垂直于磁场方向做匀速圆周运动, 沿磁场方向做加速运动, 则 v_1 增大, v_2 不变, v_2 与 v_1 的比值不断变小, C 错误; 离子受到的洛伦兹力不变, 静电力不变, 则该离子的加速度大小不变, D 正确。]

2. D [若微粒带正电, 它受到竖直向下的重力 mg 、水平向左的静电力 qE 和斜向右上方的洛伦兹力 qvB , 则微粒不能做直线运动, 因此微粒应带负电, 故 A 错误; 微粒如果做匀变速运动, 重力和静电力不变, 而洛伦兹力随速度变化而变化, 且洛伦兹力的方向与速度方向垂直, 故微粒不能沿直线运动, 故 B 错误; 微粒的受力情况如图所示, 由平衡条件可知, $qvB \cos \theta = mg$, $qvB \sin \theta = qE$, 联立解得 $B = \frac{mg}{qv \cos \theta}$, $E = \frac{mg \tan \theta}{q}$, 故 C 错误, D 正确。]



3. BD [油滴 a 做圆周运动, 故重力与静电力平衡, 可知油滴 a 带负电, 有 $mg = Eq$, 解得 $q = \frac{mg}{E}$, 故 A 错误; 根据洛伦兹力提供向心力有 $Bqv = m \frac{v^2}{R}$, 解得油滴 a 做圆周运动的速度大小 v

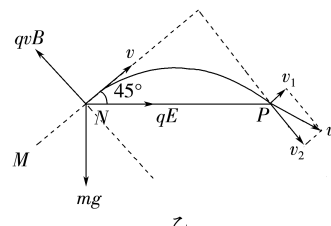
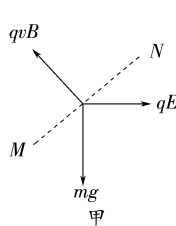


$$= \frac{gBR}{E}, \text{故 B 正确; 设小油滴 I 的速度大小为 } v_1, \text{得 } 3R = \frac{m}{2} \frac{v_1}{v_1}, \text{解得 } v_1 = \frac{3gBR}{E}, \text{周期 } T = \frac{2\pi \cdot 3R}{v_1} = \frac{2\pi E}{gB}, \text{故 C 错误; 带 B } \frac{q}{2}$$

电油滴 a 分离前后动量守恒, 设分离后小油滴 II 的速度为 v_2 , 取油滴 a 分离前瞬间的速度方向为正方向, 得 $mv = \frac{m}{2} v_1 +$

$\frac{m}{2} v_2$, 解得 $v_2 = -\frac{gBR}{E}$, 由于分离后的小液滴受到的静电力和重力仍然平衡, 分离后小油滴 II 的速度方向与正方向相反, 根据左手定则可知小油滴 II 沿顺时针方向做圆周运动, 故 D 正确。]

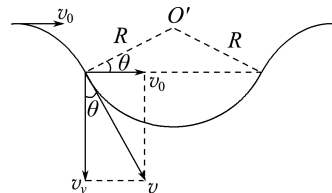
4. BC [带电粒子在复合场中能沿着 MN 做匀速直线运动, 可知粒子的受力情况如图甲所示。由受力平衡可知 $mg = qE$, $qvB = \sqrt{2}mg$, 解得电场强度 $E = \frac{mg}{q}$, 磁感应强度 $B = \frac{\sqrt{2}mg}{qv}$, 故 A 错误, B 正确。在 N 点撤去磁场后, 粒子受力方向与运动方向垂直, 做类平抛运动, 如图乙所示, 且加速度 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \sqrt{2}g$, 粒子到达 P 点时, 位移偏转角为 45° , 故在 P 点, 速度角的正切值 $\tan \theta = 2 \tan 45^\circ = 2$, $v = v_1$, 所以粒子在 P 点的速度 $v_P = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{5}v$, N 到 P 过程, 由动能定理有 $qU = \frac{1}{2}mv_P^2 - \frac{1}{2}mv^2$, 解得 NP 两点间的电势差 $U = \frac{2mv^2}{q}$, C 正确; 将粒子在 N 点的速度沿水平方向和竖直方向进行分解, 可知粒子在竖直方向做竖直上抛运动, 且 $v_{Ny} = v \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}v$, 故粒子能向上运动的最大距离 $h = \frac{v_{Ny}^2}{2g} = \frac{v^2}{4g}$, D 错误。故选 BC。]



5. 解析: (1) 由题意可知微粒在电场、磁场、重力场的叠加场中做匀速圆周运动时, $mg = qE$

$$\text{又因为 } k = \frac{q}{m}, \text{解得 } E = \frac{g}{k}$$

(2) 因为微粒射出叠加场后恰好沿 x 轴正方向通过 x 轴上 $x = 3l$ 的位置, 根据运动的对称性, 可确定进出叠加场的位置在同一水平面。微粒的运动轨迹如图所示, 设微粒在复合场中运动的半径为 R , 速度大小为 v , v 与竖直方向夹角为 θ , 由几何关系知 $2R \cos \theta = l$



$$\text{根据牛顿第二定律得 } qvB = ma = m \frac{v^2}{R}$$

微粒进入复合场时的竖直分速度大小为

$$v_y = v \cos \theta$$

设微粒从原点抛出后经时间 t 进入电磁复合场, 根据平抛运动

规律有 $v_y = gt, l = v_0 t$

联立解得 $v_0 = \frac{2g}{kB}$

答案: (1) $\frac{g}{k}$ (2) $\frac{2g}{kB}$

6. 解析: (1) 粒子在磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{qB_0} = t_0$

$0 \sim t_0$ 时间段粒子做圆周运动, 有 $T = t_0 = \frac{2\pi r_1}{v_0}$

所以 $\frac{t_0}{4}$ 时刻粒子的坐标为 (r_1, r_1) , 即 $(\frac{v_0 t_0}{2\pi}, \frac{v_0 t_0}{2\pi})$ 。

(2) 0 到 t_0 粒子恰好做了一个完整的圆周运动, t_0 到 $2t_0$ 时间段粒子沿 y 轴正方向做匀加速直线运动, $t = 2t_0$ 时, y 轴方向

的速度为 v_0 , 位移为 $y_0 = \frac{1}{2} v_0 t_0$

$2t_0$ 到 $3t_0$ 时间段粒子做完整圆周运动, $\Delta y = 0$

$3t_0$ 到 $4t_0$ 时间段粒子沿 y 轴正方向做匀减速运动, 由对称性可知, $3t_0$ 到 $4t_0$ 时间段沿 y 轴正方向粒子运动的位移 $y_2 = y_0$

$4t_0$ 时刻粒子沿 y 轴正方向的速度为 0 , 此时粒子的速度为 v_0 ,

$4t_0$ 到 $5t_0$ 时间段粒子做完整圆周运动, $\Delta y = 0$

$5t_0$ 到 $6t_0$ 时间段粒子沿 y 轴正方向做匀加速运动, 粒子的运动位移 $y_3 = y_0$

$6t_0$ 时刻粒子的速度为 $\sqrt{2} v_0$

$6t_0$ 到 $7t_0$ 时间段粒子又做圆周运动, 沿 y 轴正方向的最大位移 $y_{\text{磁}} = (1 + \cos 45^\circ) r_2$

因为 $r_2 = \frac{\sqrt{2}}{2\pi} v_0 t_0$, 所以前 $7t_0$ 时间段内 y 的最大值为

$y_m = 3y_0 + y_{\text{磁}}$

得 $y_m = (\frac{3}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2\pi} + \frac{1}{2\pi}) v_0 t_0$

答案: (1) $(\frac{v_0 t_0}{2\pi}, \frac{v_0 t_0}{2\pi})$ (2) $(\frac{3}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2\pi} + \frac{1}{2\pi}) v_0 t_0$

章末巩固(十)

1. C [根据安培定则, 可将 Q 等效为 S 极在里、 N 极在外的小磁针, P 等效为左侧 S 极、右侧 N 极的小磁针, 根据同名磁极相互排斥、异名磁极相互吸引的特点, 从上向下看, P 将逆时针转动, Q 将顺时针转动; 转动后 P 、 Q 两环相互靠近处的电流的方向相同, 所以两圆环相互吸引, Q 、 P 间细线的拉力变小, 故 C 正确, A、B、D 错误。]

2. B [根据题述, 质子(${}^1_1\text{H}$)以速度 v_0 自 O 点沿中轴线射入, 恰沿中轴线做匀速直线运动, 可知质子所受的静电力和洛伦兹力平衡, 即 $eE = ev_0 B$ 。因此满足速度 $v = \frac{E}{B} = v_0$ 的带电粒子才能够做匀速直线运动, 所以选项 B 正确。]

3. D [根据安培定则可知螺线环在霍尔元件处产生的磁场方向向下, 则要使元件输出的霍尔电压 U_H 为 0 , 直导线 ab 在霍尔元件处产生的磁场方向应向上, 根据安培定则可知待测电流 I' 的方向应该是 $b \rightarrow a$; 元件输出的霍尔电压 U_H 为 0 , 则霍尔元件处的合磁感应强度为 0 , 所以有 $k_1 I_0 = k_2 I'$, 解得 $I' = \frac{k_1}{k_2} I_0$, 故选 D。]

4. C [由于粒子在速度选择器中未发生偏转, 则受到的洛伦兹力水平向左, 根据左手定则可知磁场的方向垂直于纸面向外,

设 ${}^{131}\text{I}$ 和 ${}^{127}\text{I}$ 的电荷量为 q , 质量分别为 m_1, m_2 , 进入偏转磁场时的速度为 v , 则 ${}^{131}\text{I}$ 在磁场中运动时, 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB_2 = m_1 \frac{v^2}{r_1}$, 解得 $r_1 = \frac{m_1 v}{qB_2}$, 同理可得, ${}^{127}\text{I}$ 在磁场中运动

的轨迹半径 $r_2 = \frac{m_2 v}{qB_2}$, 则 ${}^{131}\text{I}$ 和 ${}^{127}\text{I}$ 的轨迹半径之比为 $\frac{r_1}{r_2} =$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{131}{127}$, 故 C 正确。]

5. D [粒子在磁场中的第二象限和第一象限的运动轨迹如图所示, 对应的轨迹半径分别为 R_1 和 R_2 , 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$, 可得 $R_1 =$

$\frac{mv}{qB}$, $R_2 = \frac{2mv}{qB}$, 根据几何关系可

得 $\cos \theta = \frac{R_2 - R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$, 解得 $\theta = 60^\circ$, 粒子在第二象限、第一象

限做圆周运动的周期分别为 $T_1 = \frac{2\pi m}{qB}$, $T_2 = \frac{4\pi m}{qB}$, 则粒子在第二

象限、第一象限中运动的时间分别为 $t_1 = \frac{T_1}{4}$, $t_2 = \frac{\theta}{360^\circ} T_2$, 则粒子

在磁场中运动的时间 $t = t_1 + t_2 = \frac{7\pi m}{6qB}$, 故 D 正确。]

6. AC [由洛伦兹力提供向心力有 $qvB =$

$m \frac{v^2}{r}$, 解得 $r = R$, 故 A 正确; 粒子在磁场

中的运动轨迹如图所示, 粒子 a 、 b 在磁场

中的运动周期均为 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$, 由轨迹

图可知 $\theta_a = 90^\circ$, $\theta_b = 120^\circ$, 则 a 、 b 粒子在

磁场中的运动时间分别为 $t_a = \frac{\theta_a}{360^\circ} T = \frac{\pi m}{2qB}$, $t_b = \frac{\theta_b}{360^\circ} T =$

$\frac{2\pi m}{3qB}$, 故 B 错误, C 正确; 由图中轨迹可知, a 、 b 粒子离开磁场

时的速度方向都与 OP 方向垂直, 即 a 、 b 粒子离开磁场时的速度方向平行, 故 D 错误。]

7. AD [速率为 v 的甲粒子恰好做匀速直线运动, 则有 $qvB =$

Eq , 可得两板间的电场强度大小 $E = vB$, 故 A 正确; 速率为 $\frac{v}{2}$

的乙粒子在板间的运动轨迹如题图中曲线所示, 根据左手定则判断可知, 乙粒子受到的洛伦兹力总是垂直指向每一小段圆弧的

中心, 可知乙粒子从进入板间运动至 A 位置的过程中, 在水平方向上的合力一直水平向右, 所以乙粒子在该过程中水平方向

上做加速运动, 故 B 错误; 由于洛伦兹力一直不做功, 乙粒子所受静电力方向一直竖直向下, 当粒子速度最大时, 静电力做的

功最多, 偏离中轴线的距离最远, 根据动能定理有 $qEy_{\text{max}} =$

$\frac{1}{2} m \times (\frac{3}{2} v)^2 - \frac{1}{2} m \times (\frac{v}{2})^2$, 求得 $y_{\text{max}} = \frac{mv}{qB}$, 故 C 错误; 由

题意可知, 乙粒子的运动轨迹在 A 处偏离中轴线的距离最远,

粒子速度最大为 $\frac{3}{2} v$, 根据 $qv_A B - qE = \frac{1}{2} qvB = m \frac{v_A^2}{r_A}$, 对应

圆周的半径 $r_A = \frac{9mv}{2qB}$, 故 D 正确。]

8. AC [由题意可知 $B = k \frac{I}{r}$, 设正方体棱长为 L , 由 d 流向 h

的电流在 c 点产生的磁感应强度大小为 B_0 , 则由 h 流向 g 的

电流在 c 点产生的磁感应强度大小为 $2B_0$, 且两电流在 c 点产生的磁场方向相同, 则 c 点的磁感应强度大小为 $B_c = 3B_0$ 。处于 hg 棱的长直导线到 a 点的距离为 $\sqrt{2}L$, 其在 a 点产生的磁感应强度大小为 $\sqrt{2}B_0$; 处于 dh 棱的长直导线到 a 点的距离为 L , 在 a 点产生的磁感应强度大小为 B_0 , 且两电流在 a 点产生的磁场方向垂直, 则 a 点的磁感应强度大小为 $B_a = \sqrt{(\sqrt{2}B_0)^2 + B_0^2} = \sqrt{3}B_0$ 。由 d 流向 h 的电流在 e 点产生的磁感应强度大小为 B_0 , 则由 h 流向 g 的电流在 e 点产生的磁感应强度大小为 $2B_0$, 且两电流在 e 点产生的磁场方向垂直, 则 e 点的磁感应强度大小为 $B_e = \sqrt{(2B_0)^2 + B_0^2} = \sqrt{5}B_0$, 代入求比值可知 $\frac{B_c}{B_a} = \sqrt{3}$, $\frac{B_a}{B_e} = \sqrt{\frac{3}{5}}$, 故选 AC。]

9. 解析: (1) 由于粒子在磁场中偏转后经过 O 点, 故粒子在磁场中的偏转半径为 R , 即 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$, 解得 $B = \frac{mv_0}{qR}$ 。

(2) 设打在 P 点的粒子从磁场中射出的方向与 x 轴正方向的夹角为 θ , 粒子在电场中运动的加速度为 a , 则 $a = \frac{qE}{m}$

沿 y 轴方向有 $(v_0 \sin \theta)^2 = 2aR$
解得 $\theta = 60^\circ$

由几何关系可知, 从 O 点射出角度小于 θ 的粒子均可被 PQ 收集到, 则射出角度等于 θ 的粒子射入磁场时到 x 轴的距离

$$d = R(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}R$$

因此 PQ 收集到的粒子数占总粒子数的比例为

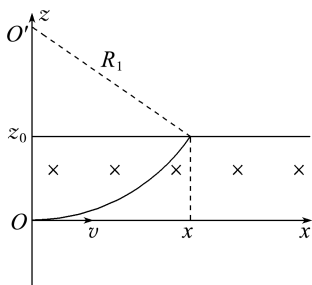
$$\eta = \frac{d}{R} \times 100\% = 50\%。$$

答案: (1) $\frac{mv_0}{qR}$ (2) 50%

10. 解析: (1) 由题意可知, 粒子受到重力、洛伦兹力和电场力做匀速圆周运动, 可以判断粒子受到的电场力与重力平衡, 则 $mg = Eq$

$$\text{解得 } E = \frac{mg}{q}$$

粒子做匀速圆周运动, 圆周运动轨迹如图所示:



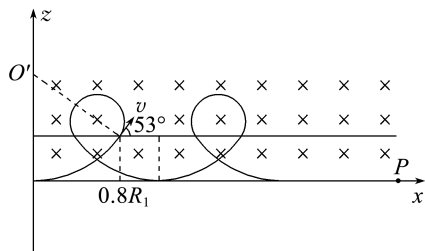
$$\text{洛伦兹力提供向心力得 } qvB_1 = m \frac{v^2}{R_1}$$

$$\text{解得粒子运动的轨迹半径 } R_1 = \frac{v^2}{g}$$

根据圆周运动轨迹, 由几何关系得 $x^2 + (R_1 - z_0)^2 = R_1^2$

$$\text{代入数据解得 } x = \frac{4v^2}{5g}。$$

(2) 粒子做匀速圆周运动, 可能的运动轨迹如图所示:



设粒子进入 B_2 磁场中速度方向与磁场分界面成 θ 角, 由几何关系可得 $\cos(90^\circ - \theta) = \frac{x}{R_1}$

解得 $\theta = 53^\circ$

设粒子在 B_2 磁场中运动的轨迹半径为 R_2 , 根据圆周运动轨迹可知, 粒子运动到 P 点应满足

$$n[2(R_1 \sin \theta - R_2 \sin \theta)] = \frac{16v^2}{5g} = 3.2R_1$$

当 n 取最小值时, 运动时间最短, 可知 R_2 趋于 0 时, n 最小, 代入得 $n = 2$, 但 $R_2 > 0$, 所以 $n > 2$, 即当 $n = 3$ 时, 运动时间最短, 代入 R_1 的值解得 $R_2 = \frac{R_1}{3}$

$$\text{根据 } qvB = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{联立可得 } B_2 = 3B_1 = \frac{3mg}{qv}$$

当该带电粒子沿 x 轴正方向飞出到达 P 点的时间最短时, B_2 的大小为 $\frac{3mg}{qv}$ 。

(3) 若将电场方向改为沿 y 轴正方向, 由受力分析可知, 粒子受到沿 z 轴正方向的洛伦兹力、沿 z 轴负方向的重力、沿 y 轴正方向的电场力, 根据 $B_1 = \frac{mg}{qv}$

解得粒子受到的洛伦兹力大小为 $F_{洛} = mg$

正好与重力相平衡, 所以粒子沿 y 轴正方向做匀加速直线运动, 有 $y = \frac{1}{2}at^2$

由牛顿第二定律有 $Eq = ma$

电场力大小 $Eq = mg$

粒子在 x 轴正方向做匀速直线运动, 有 $x = vt$

$$\text{联立解得轨迹方程 } y = \frac{gx^2}{2v^2}。$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mg}{q} \quad \frac{4v^2}{5g} \quad (2) \frac{3mg}{qv} \quad (3) y = \frac{gx^2}{2v^2}$$

11. 解析: (1) 当粒子的速度小于某一值时, 粒子只在区域 I 内运动, 不进入区域 II, 即从 aa' 离开磁场, 由几何关系可知, 粒子在磁场 I 中运动转过的圆心角 $\varphi = 300^\circ$

$$\text{粒子的运动时间 } t_0 = \frac{5}{6}T$$

$$\text{粒子在区域 I 内有 } qvB = m \frac{v^2}{r}, T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$\text{得 } T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{即 } \frac{q}{m} = \frac{5\pi}{3t_0 B}。$$

(2) 当速度为 v_0 时, 粒子垂直于 bb' 进入无场区域, 如图所示, 设粒子的轨迹半径为 r_1 , 有

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r_1}$$

由几何关系可知,转过的圆心角 $\varphi_1=60^\circ$

又因为 $L=r_1 \sin 60^\circ$

$$\text{解得 } L = \frac{3\sqrt{3}v_0 t_0}{10\pi}.$$

(3) 设粒子在磁场 II 中运动时,转过的圆心角为 φ_2 , 轨迹半径为 r_2 , 根据牛顿第二

$$\text{定律得 } qv_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}B = m \frac{v_0^2}{r_2}$$

$$\text{又因 } \sin \varphi_2 = \frac{L}{r_2}, \text{ 解得 } r_2 = \sqrt{3}r_1, \varphi_2 = 30^\circ$$

$$\text{由 } y = (r_1 - r_1 \cos \varphi_1) + (r_2 - r_2 \cos \varphi_2)$$

$$\text{解得 } y = \frac{3v_0 t_0}{5\pi}(\sqrt{3}-1).$$

$$\text{答案: (1) } \frac{5\pi}{3t_0 B} \quad (2) \frac{3\sqrt{3}v_0 t_0}{10\pi} \quad (3) \frac{3v_0 t_0}{5\pi}(\sqrt{3}-1)$$

课时作业(六十)

1. A [通电螺线管磁场分布与条形磁铁类似, 根据右手螺旋定则和磁感线的分布情况可知, 螺线管内部穿过环面的磁感线方向向上, 外部磁感线方向向下。由于磁感线是闭合曲线, 螺线管内部的磁感线条数等于螺线管外部磁感线的总条数, 而螺线管外部磁感线分布在无限大的空间, 所以穿过环面的螺线管外部向下的磁感线将螺线管内部向上的磁感线抵消一部分, A 的面积小, 抵消较少, 则穿过 A 的磁通量较大, 所以 $\Phi_A > \Phi_B$, 故 A 正确, B、C、D 错误。]
2. C [线圈在 P 位置与磁场平行, 磁通量 $\Phi_P = 0$, 线圈在 Q 位置与磁场方向成一定夹角, 此时磁通量不为 0, 所以 $\Phi_P < \Phi_Q$ 。故选 C。]
3. A [将线圈 a 匀速拉出磁场的过程中, 穿过线圈 a 的磁通量垂直纸面向里且不断减小, 则由楞次定律可知, 线圈 a 中的感应电流在其内部产生的磁场垂直纸面向里, 在其外部产生的磁场垂直纸面向外, 由右手螺旋定则可知, 线圈 a 中产生的感应电流方向为顺时针, C、D 错误; 由法拉第电磁感应定律与闭合电路欧姆定律可知, 线圈 a 中产生的感应电流大小不变, 线圈 a 被拉出磁场的过程中, 与线圈 b 的距离逐渐减小, 则穿过线圈 b 的磁通量垂直纸面向外且不断增大, 由楞次定律与右手螺旋定则可知, 线圈 b 中的感应电流为顺时针方向, A 正确, B 错误。]
4. B [闭合开关瞬间, 根据安培定则可知线圈 M 中突然产生向右的磁场, 根据楞次定律可知, 线圈 P 中感应电流的磁场方向向左, 因此线圈 M 和线圈 P 相互排斥, A 错误; 线圈 M 中的磁场稳定后, 线圈 P 中的磁通量也不再变化, 则线圈 P 产生的感应电流为 0, 电流表示数为 0, B 正确; 断开开关瞬间, 线圈 M 中向右的磁场瞬间减为 0, 根据楞次定律可知, 线圈 P 中感应电流的磁场方向向右, 根据安培定则可知, 流过电流表的电流方向由 b 到 a, C、D 错误。]
5. A [汽车上大部分是金属, 汽车经过线圈时会引起线圈磁通量的变化, 从而产生电磁感应现象, 产生感应电流, 故 A 正确; 汽车通过线圈时, 线圈由于电磁感应使自身电流发生变化, 激发的磁场也发生变化, 故 B 错误; 若线圈断了, 没有闭合回路, 系统不能检测到汽车通过的电流信息, 故 C 错误; 线圈本身就是通电线圈, 线圈中的电流不是汽车通过线圈时发生电磁感应引起的, 汽车通过线圈时产生的电磁感应现象只是引起线圈中

电流的变化, 故 D 错误。]

6. BD [距离导线越远, 磁场越弱, 可知线框由静止释放, 通过线框的磁通量逐渐减小, 且穿过线框的磁通量不为 0, 故 A 错误; 根据右手螺旋定则可知, 导线下方的磁场方向垂直于纸面向里, 随着线框下落, 通过线框的磁通量减小, 根据楞次定律可知, 感应电流的方向为顺时针, 故 B 正确; 根据左手定则可知, 线框上边所受的安培力方向向上, 下边所受的安培力方向向下, 由于下边的磁场比上边弱, 故下边所受的安培力小于上边所受的安培力, 又线框左、右两边所受安培力大小相等、方向相反, 因此线框所受安培力的合力向上, 且会变化, 故 C 错误; 安培力做负功, 线框的机械能逐渐减小, 故 D 正确。]
7. C [根据楞次定律的推论“增离减靠”可知, 闭合开关的瞬间, 铝环向左运动, 铜环向右运动, A、B 错误; 由于铜环的电阻率较小, 可知铜环中产生的感应电流较大, 铜环受到的安培力大于铝环受到的安培力, C 正确; 根据楞次定律和安培定则可知, 从左右看, 两环中的感应电流均沿顺时针方向, D 错误。]
8. D [当滑片 P 向下移动时, 电阻减小, 由闭合电路欧姆定律可知通过线圈 b 的电流增大, 则穿过线圈 a 的磁通量向下增加, 根据楞次定律可判断出线圈 a 中感应电流的方向(俯视)应为逆时针, 故 A、B 错误; 根据楞次定律的推论“增缩减扩”可知, 线圈 a 有收缩的趋势, 故 C 错误; 开始时线圈 a 对桌面的压力等于线圈 a 的重力, 当滑片 P 向下滑动时, 可以用“等效法”, 即将 a 和 b 看作两个条形磁铁, 判断可知此时两磁铁的 N 极相对, 互相排斥, 故线圈 a 对水平桌面的压力将增大, 故 D 正确。]
9. C [保持 S_1 闭合, 由右手螺旋定则可以判断, 软铁环中的磁场为顺时针方向, 故 A 错误; 保持 S_1 闭合, 在开关 S_2 闭合的瞬间, 线圈 N 中磁通量不变, 没有感应电流产生, 故 B 错误; 保持 S_2 闭合, 在开关 S_1 闭合的瞬间, 线圈 N 中磁通量向下增大, 根据楞次定律可以判断, 通过电流表的电流由 $b \rightarrow a$, 故 C 正确; 保持 S_2 闭合, 在开关 S_1 断开的瞬间, 线圈 N 中磁通量向下减小, 根据“增反减同”可以判断, 通过电流表的电流由 $a \rightarrow b$, 故 D 错误。]
10. AD [当电梯坠落至题图位置时, 金属线圈 A 中向上的磁场减弱, 感应电流的方向从上往下看是逆时针方向, B 中向上的磁场增强, 感应电流的方向从上往下看是顺时针方向, 故 A 正确, B 错误; 结合 A、B 项的分析可知, 当电梯坠落至题图位置时, 金属线圈 A、B 都在阻碍电梯下落, 故 C 错误; 金属线圈 A 中向上的磁场减弱, B 中向上的磁场增强, 根据楞次定律可知, B 有收缩的趋势, A 有扩张的趋势, 故 D 正确。]

课时作业(六十一)

1. D [根据题图乙可知线圈中上、下两部分磁场反向, 则此时穿过线圈的磁通量不为 BL^2 , 故 A 错误; 根据法拉第电磁感应定律可知, 永磁铁相对线圈上升得越快, 磁通量变化越快, 线圈中感应电动势越大, 故 B、C 错误; 永磁铁相对线圈下降时, 根据楞次定律和安培定则可知, 线圈中感应电流的方向为顺时针方向, 故 D 正确。故选 D。]
2. A [感应电流产生的条件是闭合回路中的磁通量发生变化。在选项 A 图中, 系统振动时, 紫铜薄板随之上下及左右振动, 在磁场中的部分有时多有时少, 磁通量发生变化, 产生感应电流, 受到安培力, 阻碍系统的振动; 在选项 B 图中, 只有紫铜薄板向左振动才产生感应电流, 而上下振动和向右振动均无感应

电流产生;在选项 C 图中,无论紫铜薄板上下振动还是左右振动,都不会产生感应电流;在选项 D 图中,只有紫铜薄板左右振动才产生感应电流,而上下振动无感应电流产生,故选项 A 正确,B、C、D 错误。]

3. B [回路产生的感应电动势 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = k\pi \left(\frac{L}{2}\right)^2$, 则金属回路产生的感应电流大小 $I = \frac{E}{R} = \frac{\pi k L^2}{4R}$ 。故选 B。]

4. D [断开开关 S 的瞬间,通过线圈 L 的电流变化,线圈 L 会产生自感电动势,流过线圈 L 的电流方向不变,线圈 L 和灯泡 A 组成新的回路,则通过灯泡 A 的电流方向为 $b \rightarrow a$,故 B 错误;闭合开关 S 的瞬间,通过线圈 L 的电流变化,线圈 L 会产生自感电动势,通过线圈 L 的电流逐渐增大,则闭合开关 S 的瞬间,通过线圈 L 的电流比电路稳定时通过线圈 L 的电流小,故 A、C 错误;由于断开开关 S,灯泡 A 先闪亮一下,再熄灭,可知断开开关 S 的瞬间,通过灯泡 A 的电流比电路稳定时通过灯泡 A 的电流大,故 D 正确。]

5. A [强磁体下落过程中,在金属铝管中运动时,强磁体受到两个阻力的作用,一个是金属铝管中的电流对强磁体的阻力作用,另一个是线圈中电流对强磁体的阻力作用,在有机玻璃管中运动时,强磁体只受到线圈中电流对强磁体的阻力作用,所以金属铝管对强磁体的阻力作用会大一些,故强磁体在金属铝管中运动的速度比在有机玻璃管中运动的速度小,所以有机玻璃管外所绕线圈中磁通量的变化率要比金属铝管外所绕线圈中磁通量的变化率大,根据法拉第电磁感应定律可知,有机玻璃管外所绕线圈中电流的峰值更大,所以题图(c)是用玻璃管获得的图像,A 正确;强磁体在金属铝管中下落的过程中,强磁体下落的速度越大,金属铝管切割磁感线就越快,金属铝管内产生的涡流就越大,对强磁体的阻碍作用就越大,所以强磁体做变加速运动,B 错误;强磁体在玻璃管中下落,由题图(c)可知,线圈中的电流不断变化,所以线圈对强磁体的阻力作用是时刻变化的,C 错误;由 A 项分析可知,强磁体在金属铝管中运动的速度比在有机玻璃管中的小,又下落高度一样,所以强磁体在金属铝管中下落的时间比在玻璃管中下落的时间长,即用铝管时测得的电流第一个峰到最后一个峰的时间间隔比用玻璃管的长,D 错误。]

6. B [根据题意,由磁感应强度大小 B 随时间 t 变化的规律可知,穿过线圈的磁通量增加,由楞次定律可知,线圈中感应磁场的方向垂直于纸面向外,由安培定则可知,线圈中感应电流为逆时针,则通过电阻 R 的电流方向为 $b \rightarrow a$,故 A 错误;根据题意,由法拉第电磁感应定律有,线圈产生的感应电动势 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 100 \times 0.5 \times 0.3 \text{ V} = 15 \text{ V}$,故 B 正确;根据题意可知,线圈中磁感应强度均匀变化,则线圈产生恒定的电动势,由闭合电路欧姆定律可得,通过电阻 R 的电流 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{15}{5+1} \text{ A} = 2.5 \text{ A}$,定值电阻 R 两端的电压 $U = IR = 12.5 \text{ V}$,故 C、D 错误。]

7. D [前 2 s 内,根据法拉第电磁感应定律有 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = nS \frac{\Delta B}{\Delta t}$,代入数据解得 $E = 4 \text{ V}$,A 错误;第 3 s 内,由题图乙可看出在该段时间内,线圈的磁通量不变,则在此段时间内线圈

的感应电流为 0,B 错误;第 5 s 内,由题图乙可看出在该段时间内,磁场的方向垂直于纸面向外且在增大,根据楞次定律可知,线圈中感应电流方向沿顺时针方向,C 错误;3 s 到 5 s 内,根据法拉第电磁感应定律有 $E' = n \frac{|\Delta \Phi'|}{\Delta t'} = nS \frac{|\Delta B'|}{\Delta t'}$,代入数据解得 $E' = 8 \text{ V}$,由于电荷量 $q = It$,则有 $q_1 = \frac{E}{R} t = \frac{8}{5} \text{ C}$, $q_2 = \frac{E'}{R} t' = \frac{16}{5} \text{ C}$,则 $q_1 : q_2 = 1 : 2$,D 正确。]

8. 解析:(1)金属棒 ab 产生的感应电动势 $E = BLv = 2 \text{ V}$
外电阻 $R = R_1 + R_2 = 1 \Omega + 2 \Omega = 3 \Omega$

通过金属棒的感应电流 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{3+1} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$

根据右手定则可知电流方向为 $b \rightarrow a$ 。

(2) R_1 消耗的电功率 $P_1 = I^2 R_1 = 0.5^2 \times 1 \text{ W} = 0.25 \text{ W}$ 。

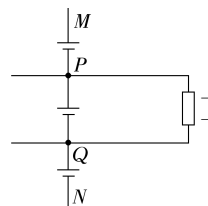
(3) R_2 两端的电压 $U_2 = IR_2 = 0.5 \times 2 \text{ V} = 1 \text{ V}$

电容器与 R_2 并联,电容器两端的电压等于 R_2 两端的电压,根据 $C = \frac{Q}{U}$,可得 $Q = CU_2 = 30 \times 10^{-6} \times 1 \text{ C} = 3 \times 10^{-5} \text{ C}$ 。

答案:(1)0.5 A $b \rightarrow a$ (2)0.25 W (3) $3 \times 10^{-5} \text{ C}$

课时作业(六十二)

1. C [导体棒以速度 v 水平向左匀速运动,等效电路如图所示, $U_{MN} = U_{MP} + U_{PQ} + U_{QN}$, $U_{PQ} = \frac{Bxv}{r+r} \cdot r = 0.5Bxv$, 闭合回路之外的电势差为 $U_{MP} + U_{QN} = Bxv$,所以导体棒两端的电势差 $U_{MN} = 1.5Bxv$,故选 C。



2. B [a 、 b 间的电势差等于路端电压,而小环电阻占电路总电阻的 $\frac{1}{3}$,故 a 、 b 两点间电势差为 $U = \frac{1}{3}E$,故 B 正确。]

3. AC [由法拉第电磁感应定律有 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,根据闭合电路欧姆定律可知 $I = \frac{E}{R}$,因通过圆环的磁通量变化率为定值,故圆环中的电动势、电流的大小和方向均不变,故 A 正确,B 错误;根据 $F = BIL$,因电流 I 和有效长度 L 都不变,故 F 与 B 成正比,故 $F-t$ 图像与 $B-t$ 图像类似,故 C 正确,D 错误。]

4. B [如题图所示,金属棒绕 OO' 轴切割磁感线转动,金属棒产生的有效电动势 $E = Br \cdot \frac{\omega r}{2} = \frac{1}{2} B\omega r^2$,A 错误;电容器两极板间的电压等于电源电动势 E ,带电微粒在两极板间处于静止状态,则 $\frac{qE}{d} = mg$,即 $\frac{q}{m} = \frac{gd}{E} = \frac{2gd}{B\omega r^2}$,B 正确;电阻消耗的电功率 $P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 \omega^2 r^4}{4R}$,C 错误;电容器所带的电荷量 $Q = CE = \frac{CB\omega r^2}{2}$,D 错误。]

5. BC [当小球运动到最低点时,金属棒切割磁感线,产生的感应电动势 $E = Brv = Br \cdot \frac{v}{2} = \frac{Brv}{2}$,金属棒两端的电压 $U =$

$\frac{R}{R+2R}E = \frac{Brv}{6}$, A 错误, B 正确; 此过程中回路中的平均感应电动势 $\bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, 回路中的平均电流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{3R}$, 此过程通过电阻 R 的电荷量 $q = \bar{I}\Delta t$, 联立解得 $q = \frac{\Delta\Phi}{3R} = \frac{B \frac{\pi r^2}{4}}{3R} = \frac{\pi r^2 B}{12R}$, C 正确; 根据能量守恒可知, 回路中产生的总焦耳热 $Q = mgr - \frac{1}{2}mv^2$, 电阻 R 上产生的焦耳热 $Q' = \frac{R}{2R+R}Q = \frac{mgr}{3} - \frac{1}{6}mv^2$, D 错误。]

6. D [由右手定则可知, 导体棒电流方向向下, 所以电容器上板带负电, 下板带正电, A 错误; 导体棒在向右匀速运动的过程中, 导体棒的有效长度变化, 安培力也发生变化, 故水平外力也发生变化, B 错误; 水平位移为 x 时, $E = Bxv$, 电容器储存的电势能 $W = \frac{1}{2}CE^2 = \frac{1}{2}CB^2x^2v^2$, C 错误; 由平衡条件可知, 水平位移为 x 时, 外力的功率大小等于安培力的功率大小, 电荷量 $Q = CE = CBxv$, 电流 $I = \frac{Q}{t} = \frac{CBxv}{\frac{x}{v}} = CBv^2$, 则安培力的功率 $P = F_{\text{安}}v = B \cdot CBv^2 \cdot x \cdot v = Cxv^3$, D 正确。]

7. 解析: (1) 根据楞次定律的推论“增反减同”可知, 前 0.1 s 内, 流经电阻 R 的电流方向为从上到下。

$$(2) \text{由法拉第电磁感应定律有 } E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S$$

$$\text{前 } 0.1 \text{ s 内线圈产生的感应电动势 } E_1 = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 1\,000 \times \frac{0.02}{0.1} \times 10^{-3} \text{ V} = 0.2 \text{ V}$$

$$\text{根据闭合电路欧姆定律, 有 } I_1 = \frac{E_1}{r+R} = \frac{0.2}{0.1+0.4} \text{ A} = 0.4 \text{ A}$$

$$\text{根据焦耳定律可得 } Q = I_1^2 R t = 0.4^2 \times 0.4 \times 0.1 \text{ J} = 6.4 \times 10^{-3} \text{ J}.$$

$$(3) 0.1 \text{ s 到 } 0.4 \text{ s 内, 根据法拉第电磁感应定律有 } \bar{E} = n \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

$$\text{根据闭合电路欧姆定律, 有 } \bar{I} = \frac{\bar{E}}{r+R}$$

$$\text{则通过电阻 } R \text{ 的电荷量 } q = \bar{I} \cdot \Delta t = n \frac{|\Delta\Phi|}{r+R} = n \frac{|\Delta B'|S}{r+R}$$

$$\text{代入数据解得 } q = 0.04 \text{ C}.$$

$$\text{答案: (1) 从上到下 (2) } 6.4 \times 10^{-3} \text{ J (3) } 0.04 \text{ C}$$

课时作业(六十三)

1. B [导线框开始做自由落体运动, ab 边以一定的速度进入磁场, ab 边切割磁感线产生感应电流, 根据左手定则可知 ab 边受到向上的安培力, 若 ab 边进入磁场时安培力等于重力, 则线框做匀速运动, 线框离开磁场过程中仍做匀速运动, A 不符合题意; 若 ab 边进入磁场时安培力大于重力, 则线框做减速运动, 随着速度的减小, 安培力减小, 当安培力等于重力时线框做匀速运动, C 不符合题意; 若 ab 边进入磁场时安培力小于重力, 线框做加速运动, 随着速度的增加, 安培力增大, 当安培力等于重力时线框做匀速运动, D 不符合题意; 若线框进入磁场过程中速度不断变化, 则安培力不断变化, 线框不可能做匀加速运动, B 符合题意。]

2. BC [当导体棒下滑时, 其受重力、轨道的支持力和沿斜面向上

的安培力作用, 某时间有 $mg \sin \alpha - ILB = ma$, 又 $I = \frac{E}{R+r} =$

$$\frac{BLv}{R+r}, \text{ 可得加速度 } a = \frac{mg \sin \alpha - \frac{B^2 L^2 v}{R+r}}{m}, \text{ 随速度的增加, 加速度逐渐减小, 当加速度为 } 0 \text{ 时速度达到最大, 随后导体棒做匀}$$

$$\text{速运动, 此时导体棒的最大速度满足 } mg \sin \alpha - \frac{B^2 L^2 v_m}{R+r} = 0,$$

$$\text{解得 } v_m = 12 \text{ m/s, A 错误, B 正确; 导体棒做匀速运动时流过电阻的电流大小 } I = \frac{BLv_m}{R+r} = 6 \text{ A, C 正确; 在导体棒下滑过程中, 其一直受到沿斜面向上的安培力作用, 安培力做负功, D}$$

错误。]

3. C [根据题意, 导体棒始终处于磁场区域内, 开始时, 磁场匀速向上移动, 导体棒相对磁场向下的速度大小为 v , 根据右手定则和左手定则判断可知, 导体棒中感应电流水平向右, 安培力竖直向上。若安培力小于导体棒所受重力, 则导体棒会先向下做加速运动, 至安培力等于导体棒所受重力时, 开始匀速向下运动; 若安培力大于导体棒所受重力, 则导体棒会先向上做加速运动, 至安培力等于导体棒所受重力时, 开始匀速向上运动, 故 B 错误。设导体棒运动速度为 v_1 , 由 B 选项分析可得, 当导体棒匀速时, 速度最大, 此时受力平衡, 有 $BIL = mg$, 导体棒产生的电动势 $E = BL(v - v_1)$, 回路电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{BL(v - v_1)}{R}$,

$$\text{则导体棒的最大速度 } v_1 = v - \frac{mgR}{B^2 L^2}, \text{ 故导体棒向上运动的速度}$$

v_1 小于 v , 故 A 错误。根据功能关系可知, 安培力对导体棒做的功一部分转化为导体棒的机械能, 一部分转化为回路中产生的热量, 故安培力对导体棒做的功大于导体棒机械能的增量, 不可能小于回路中产生的热量, 故 C 正确, D 错误。]

4. D [线框进磁场的过程中, 由楞次定律可知, 电流方向为逆时针方向, A 错误; 线框出磁场的过程中, 根据 $E = BLv$, $I = \frac{E}{R}$,

$$F = BIL, \text{ 联立有 } F = \frac{B^2 L^2 v}{R} = ma, \text{ 线框出磁场过程中, 由左手}$$

定则可知, 线框受到的安培力向左, 则 v 减小, 故线框做加速度减小的减速运动, B 错误; 由能量守恒定律得线框产生的焦耳热 $Q = FL$, 线框进、出磁场时均做减速运动, 但其进磁场时的速度大, 安培力大, 产生的焦耳热多, C 错误; 线框在进、出磁场的两过程中通过导线横截面的电荷量 $q = \bar{I}t$, 其中 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}$, $\bar{E} =$

$$BL \frac{s}{t}, \text{ 联立有 } q = \frac{BL}{R}s, \text{ 由于线框在进和出的两过程中的位移}$$

均为 L , 则线框在进和出的两过程中通过导线横截面的电荷量相等, D 正确。]

5. BD [设线圈水平边的长度为 L , 步骤①中对称重框架与物块整体受力分析可得 $(m+M)g = BIL$, 由此可知 I 越大, 表明 m 越大, B 正确; 步骤②中线圈中的电动势 $E = BLv$, 由此可知 v 越大, E 越大, C 错误; 由于两步骤中 B 与 L 不变, 则以上各式联立可得 $(m+M)g = I \times \frac{E}{v}$, 变形可得 $m = \frac{EI}{vg} - M$, D 正确; E 是步骤②中磁场以速率 v 匀速向下运动产生的, I 是步骤①中通的电流, 故不能将它们直接代入欧姆定律公式求解线圈电阻, A 错误。]

6. BD [金属棒下滑到导轨底端时速度方向向右, 磁场方向竖直

向上,根据右手定则可知流过定值电阻的电流方向是 $Q \rightarrow N$,故A错误;根据法拉第电磁感应定律可知,通过金属棒的电荷量为 $q = \frac{E}{2R} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t \cdot 2R} \cdot \Delta t = \frac{BLd}{2R}$,故B正确;根据动能定理有 $mgh - \mu mgd - W_{\text{克安}} = 0$,则克服安培力所做的功为 $W_{\text{克安}} = mgh - \mu mgd$,电路中产生的焦耳热等于克服安培力做的功,所以金属棒产生的焦耳热为 $Q_R = \frac{1}{2}(mgh - \mu mgd)$,故C错误,D正确。]

7. 解析:(1)导体棒在导轨光滑段做匀速运动时产生的感应电动势 $E = BLv$, $I = \frac{E}{R+r}$

导体棒匀速运动时有 $BIL = mg \sin \theta$

解得 $v = 3 \text{ m/s}$ 。

(2)导体棒在导轨绝缘涂层段运动时受力平衡,有

$$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$$

解得 $\mu = 0.75$ 。

(3)对导体棒的整个运动过程,由动能定理得

$$mg \cdot 3d \sin \theta - \mu mgd \cos \theta + W_{\text{安}} = \frac{1}{2}mv^2$$

有 $Q_{\text{总}} = -W_{\text{安}}$,解得 $Q_{\text{总}} = 1.5 \text{ J}$

则电阻 R 产生的焦耳热 $Q = \frac{R}{R+r}Q_{\text{总}} = 1.2 \text{ J}$ 。

答案:(1)3 m/s (2)0.75 (3)1.2 J

课时作业(六十四)

1. CD [ab棒进入磁场后受向左的安培力,做减速运动,所以安培力减小,则ab棒先做加速度减小的减速运动,cd棒与ab棒串联,所以cd棒先做加速度减小的加速运动,最后它们共速,做匀速运动,故A、B错误;ab棒刚进入磁场的速度就是它下滑到底端的速度,根据动能定理有 $mgr - \frac{1}{2}mgr = \frac{1}{2}mv^2$,可得速度为 $v = \sqrt{gr}$,感应电动势为 $E = Blv$,两金属棒串联,故两棒瞬时电流为 $I = \frac{Bl\sqrt{gr}}{2R}$,两棒共速时由动量守恒定律有 $mv = 2mv'$,可得速度大小为 $v' = \frac{\sqrt{gr}}{2}$,故C、D正确。]

2. B [通过线圈横截面的电荷量 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R}$,由于线圈进入和穿出磁场过程,线圈磁通量的变化量大小相等,则进入和穿出磁场的两个过程通过线圈横截面的电荷量 q 相等,由动量定理得,线圈进入磁场过程有 $-B\bar{I}_1 \Delta t_1 = mv - mv_0$,线圈离开磁场过程有 $-B\bar{I}_2 \Delta t_2 = 0 - mv$,由于 $q = \bar{I} \Delta t$,则 $-Ba q = mv - mv_0$, $Ba q = mv$,解得 $v = \frac{v_0}{2}$ 。故选B。]

3. C [t=0到t=2 s时间段,杆ab做匀加速直线运动,有 $F - F_{\text{安}} = ma$,其中 $F_{\text{安}} = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R} = \frac{B^2 L^2}{R} at$,可得 $F = \frac{B^2 L^2 a}{R} t + ma$,结合F-t图像可知 $ma = 2 \text{ N}$,故 $a = 2 \text{ m/s}^2$,斜率 $k = \frac{B^2 L^2 a}{R} = 1 \text{ N/s}$,撤去力F时,杆ab的速度 $v = at = 4 \text{ m/s}$,杆ab的位移 $x_1 = \frac{v}{2}t = 4 \text{ m}$,撤去力F后,根据微元法,对杆ab由动量定理有 $\sum -F_{\text{安}} \cdot \Delta t = \sum -\frac{B^2 L^2 v}{R} \Delta t =$

$$-\frac{B^2 L^2}{R} x_2 = 0 - mv, \text{联立解得 } x_2 = 8 \text{ m, 故总位移 } x = x_1 + x_2 = 12 \text{ m。 故选C。}]$$

4. C [金属棒ab刚开始运动时,根据右手定则可知ab棒中的电流方向为 $a \rightarrow b$,故A错误;依题意,金属棒cd的质量为 $\frac{m}{2}$,电阻为 $\frac{R}{2}$,匀速运动时,两棒切割磁感线产生的电动势大小相等,有 $B \cdot 2Lv_{ab} = BLv_{cd}$,可得末速度 $2v_{ab} = v_{cd}$,由动量定理,对ab棒有 $-B\bar{I} \cdot 2L \cdot \Delta t = mv_{ab} - mv_0$,对cd棒有 $B\bar{I}L \cdot \Delta t = \frac{m}{2}v_{cd}$,解得 $v_{ab} + v_{cd} = v_0$,则 $v_{ab} = \frac{v_0}{3}$, $v_{cd} = \frac{2v_0}{3}$,故B错误;根据 $q = \bar{I} \cdot \Delta t$,结合B中公式解得 $q = \frac{mv_0}{3BL}$,故C正确;由能量关系,可得整个过程中产生的热量 $Q_{\text{总}} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_{ab}^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2}v_{cd}^2$,又 $Q_{ab} = \frac{R}{R+\frac{R}{2}}Q_{\text{总}}$,联立解得 $Q_{ab} = \frac{2}{9}mv_0^2$,故D错误。]

5. BD [由题图乙可知金属杆先做加速度减小的加速运动,2 s后做匀速直线运动,当 $t = 2 \text{ s}$ 时,速度 $v = 3 \text{ m/s}$,此时感应电动势 $E = BLv$,感应电流 $I = \frac{E}{R+r}$,安培力 $F_{\text{安}} = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$,根据受力平衡可得 $F = F_{\text{安}} + mg \sin \theta$,联立解得 $B = 1 \text{ T}$,故A错误;前2 s内,根据动量定理有 $(F - mg \sin \theta) \cdot \Delta t - B\bar{I}L \cdot \Delta t = mv - 0$,又 $q = \bar{I} \cdot \Delta t$,联立解得 $q = 1.4 \text{ C}$,故B正确;设前2 s内金属杆通过的位移为 x ,由 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R+r} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R+r} = \frac{BLx}{R+r}$,联立解得 $x = 4.2 \text{ m}$,故C错误;前2 s内金属杆通过的位移 $x = 4.2 \text{ m}$,2 s到4 s内金属杆通过的位移 $x' = vt = 6 \text{ m}$,前4 s内由能量守恒定律可得 $F(x+x') = \frac{1}{2}mv^2 + mg(x+x') \sin \theta + Q$,解得 $Q = 9.3 \text{ J}$,则前4 s内电阻 R 产生的热量 $Q_R = \frac{R}{R+r}Q = 6.2 \text{ J}$,故D正确。]

6. 解析:(1)闭合开关S瞬间,线框在磁场中的有效长度为 $l = 2L$ 所以线框受到的安培力大小为 $F_{\text{安}} = BIl = 2BIL$ 。

(2)线框中心运动到 x 时,安培力大小为 $F_{\text{安}} = 2BI(L-x)$

则初始时和线框中心运动至 $x = \frac{L}{2}$ 时线框受到的安培力分别为 $F_{\text{安}1} = 2BIL$, $F_{\text{安}2} = BIL$

则线框中心运动至 $x = \frac{L}{2}$ 的过程中,安培力做的功为

$$W_{\text{安}} = \bar{F}_{\text{安}} \cdot \Delta x = \frac{F_{\text{安}1} + F_{\text{安}2}}{2} \cdot \frac{L}{2} = \frac{3BIL^2}{4}$$

由动能定理得 $W_{\text{安}} = \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{可得 } v = \sqrt{\frac{3BI}{2m}}L$$

则安培力的冲量大小为 $I = mv = \sqrt{\frac{3IBm}{2}}L$ 。

(3)由能量守恒定律得 $UI = BILv + I^2 R$

可得恒流源提供的电压为 $U = BL^2 \sqrt{\frac{3BI}{2m}} + IR$ 。

答案:(1) $2BIL$ (2) $\frac{3BIL^2}{4} \sqrt{\frac{3IBm}{2}} L$

(3) $BL^2 \sqrt{\frac{3BI}{2m}} + IR$

课时作业(六十五)

1. 解析:(1)探究线圈中感应电流的方向必须先知道:①电流表指针偏转方向与电流从正(负)接线柱流入时的方向关系;②线圈的绕向;③电流表指针的偏转方向。由偏转方向得出电流流入电流表的方向,再进一步得到线圈中电流的流向,即必须知道电流表指针偏转方向与电流方向间的关系。

(2)开关闭合时,线圈A产生的磁场由无到有,穿过线圈B的磁通量增加,电流表指针右偏,若将滑动触头向左移动,接入电路中的电阻减小,线圈A中电流增加,穿过线圈B的磁通量也增加,且磁场方向未变,所以电流表指针偏转方向与开关闭合时的偏转方向相同,即向右偏转;若将线圈A抽出,穿过线圈B的磁通量减少,电流表指针向左偏转。

答案:(1)电流表指针偏转方向与电流方向间的关系 (2)左右

2. 解析:(1)将多用电表接入实验电路前,为避免指针反向偏转损坏电表,该同学应调整机械调零旋钮a使指针指在刻度盘中央。

(2)条形磁铁插入得越快,磁通量变化得越快,多用电表的指针偏角越大。将条形磁铁的N极向下插入线圈时,线圈中磁通量向下增大,为使此时多用电表的指针向右偏转,即产生从红表笔流入的感应电流,由右手螺旋定则和楞次定律可知,导线的缠绕方向应和题图乙中的B相同。

答案:(1)a (2)越大 B

3. 解析:(2)由题表中实验信息可知,穿过线圈的磁通量减小时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相同;穿过线圈的磁通量增加时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相反,故选C。

(3)根据实验探究过程,可以得到结论:影响感应电流方向的因素有原磁场的方向、磁通量的变化情况。

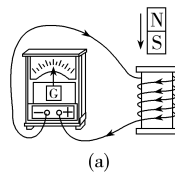
(4)当磁体N极插入螺线管时,根据楞次定律可知,感应电流的磁场阻碍磁通量的增加,螺线管上端应为N极,下端为S极,又电流计指针向右偏,可知电流方向是由螺线管接线柱1流向电流计正接线柱,由安培定则可判断螺线管的绕线方向如题图丁中B所示。

答案:(2)C (3)AB (4)B

4. 解析:(1)根据题意可知,实验要使用多用电表内部某一挡,且含有直流电源,只有多用电表的电阻挡有电源,所以需要选用多用电表的电阻挡对灵敏电流表进行测试。

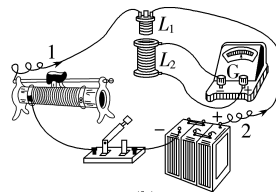
(2)灵敏电流表量程太小,电阻挡内部电源电压相对较大,若电流超过电流表量程,则长时间通电会损坏电流表,故黑表笔应短暂接触灵敏电流表的负接线柱;红表笔连接电源的负极,灵敏电流表的指针向左摆动,说明电流从电流表的负接线柱流入。

(3)电流表的指针向右偏转,说明电流从正接线柱流入电流表,感应电流的磁场方向向下,根据楞次定律可知,原磁场方向向上,故插入的磁铁下端为S极,如图(a)所示。



(a)

(4)①将线圈 L_2 与电流表串联形成回路,将电源、开关、滑动变阻器、线圈 L_1 串联形成另一个回路,实物图如图(b)所示。



(b)

②根据题意可知,闭合开关时,穿过线圈 L_2 的磁通量增大,产生的感应电流的磁场方向与原磁场方向相反,拔出软铁棒、拔出线圈 L_1 、断开开关S,穿过线圈 L_2 的磁通量均减小,产生的感应电流的磁场方向与原磁场方向相同,故A、B、D错误;当使滑动变阻器滑片左移时,电流增大,穿过线圈 L_2 的磁通量增大,产生的感应电流的磁场方向与原磁场方向相反,故C正确。

答案:(1)电阻 (2)短暂 负 (3)见解析图(a) (4)①见解析图(b) ②C

章末巩固(十一)

1. D [电磁炉在使用中用到了电流的磁效应,微波炉是通过使用微波能量加热食物的,两者原理不相同,故A错误;电磁炉工作时,快速变化的磁场穿过放在面板上的锅具,在锅底产生感应电流,从而实现加热食物的目的,故B、C错误,D正确。]

2. A [t_1 到 t_2 , 穿过线圈的磁通量向里减小,根据楞次定律可知,线框内电流的方向为 $abcd$, A 正确;0 到 t_1 , 穿过线圈的磁通量向里增加,根据楞次定律可知,线框内电流的方向为 $adcb$, B 错误; t_2 到 t_3 , 穿过线圈的磁通量向外增加,根据楞次定律可知,线框内电流的方向为 $abcd$, 根据左手定则可知, ad 边所受安培力向右, bc 边所受安培力向左, 因 ad 边受到的安培力大于 bc 边受到的安培力, 可知线框所受安培力方向一直向右, C 错误; t_1 到 t_2 , 线框内电流的方向为 $abcd$, 根据左手定则可知, ad 边所受安培力向左, bc 边所受安培力向右, 因 ad 边受到的安培力大于 bc 边受到的安培力, 可知线框所受安培力方向向左, 所以 t_1 到 t_3 , 线框所受安培力方向先向左后向右, D 错误。]

3. D [由题知,开始时,开关S闭合,由于L的电阻很小,通过L的电流大于通过P的电流,Q灯正常发光,P灯微亮,断开开关前通过Q灯的电流远大于通过P灯的电流,断开开关时,Q所在电路未闭合,立即熄灭,由于自感,L中产生感应电动势,与P组成闭合回路,故P灯闪亮后再熄灭,故选D。]

4. B [三匝面积不同的线圈分别产生的感应电动势串联,则总电动势 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2) = 0.44 \text{ V}$, B 正确, A、C、D 错误。]

5. A [线圈相当于电源,由楞次定律可知A相当于电源的正极,B相当于电源的负极,A点的电势高于B点的电势,在线圈位置上感应电流沿逆时针方向,故B正确,A错误;由法拉第电磁感应定律得 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 100 \times \frac{0.15 - 0.10}{0.1} \text{ V} = 50 \text{ V}$, 由闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E}{R + r} = \frac{50}{95 + 5} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$, 则0.1 s时间内通

过电阻 R 的电荷量 $q = It = 0.05 \text{ C}$, 故 C 正确; 0.1 s 时间内非静电力所做的功 $W = Eq = 50 \times 0.05 \text{ J} = 2.5 \text{ J}$, 故 D 正确。]

6. AC [棒 ab 以初速度 v_0 向右滑动, 切割磁感线产生感应电动势, 使整个回路中产生感应电流, 判断可知棒 ab 受到与 v_0 方向相反的安培力的作用而做变减速运动, 棒 cd 受到与 v_0 方向相同的安培力的作用而做变加速运动, 它们之间的速度差 $\Delta v = v_1 - v_2$ 逐渐减小, 整个系统产生的感应电动势逐渐减小, 回路中感应电流逐渐减小, 加速度逐渐减小, 最后均变为 0, 即最终棒 ab 和棒 cd 的速度相同, $v_1 = v_2$, 两相同的光滑导体棒 ab 、 cd 组成的系统在足够长的平行金属导轨上运动, 水平方向上不受外力作用, 由动量守恒定律有 $mv_0 = mv_1 + mv_2$, 解得 $v_1 = v_2 = \frac{v_0}{2}$, 选项 A、C 正确, B、D 错误。]

7. AC [对重物和导体棒整体进行受力分析有 $mg - BIL = 2ma$, 根据闭合电路欧姆定律有 $I = \frac{BLv}{R+r}$, 可知随着速度的增大, 重物的加速度减小, 所以重物向下做加速度减小的加速运动, 最终做匀速直线运动, 故 A 正确; 当导体棒速度 $v = 8 \text{ m/s}$ 时, 根据 A 项分析可知 $mg - \frac{B^2 L^2 v}{R+r} = 2ma$, 解得 $a = 1 \text{ m/s}^2$, 故 B 错误; 导体棒最终做匀速直线运动时有 $mg - \frac{B^2 L^2 v'}{R+r} = 0$, 解得 $v' = 10 \text{ m/s}$, 故 C 正确, D 错误。]

8. AD [根据牛顿第二定律, 对甲棒有 $BI d = ma_1$, 对乙棒有 $BI \times 2d = 2ma_2$, 解得 $a_1 = a_2$, 故 A 正确; 当两棒产生的感应电动势相等时, 无感应电流, 甲、乙匀速运动, 则有 $Bdv_1 = B \times 2dv_2$, 解得 $v_1 = 2v_2$, 故 B 错误; 根据动量定理, 对甲棒有 $B\bar{I}d \times \Delta t = mv_1 - mv_0$, 对乙棒有 $-B\bar{I} \times 2d \times \Delta t = 2mv_2 - 2m \times 2v_0$, 解得 $v_1 = 2v_0$, $v_2 = v_0$, 根据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2} \times 2m \times (2v_0)^2 = \frac{1}{2}m \times (2v_0)^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 + Q$, 解得回路产生的焦耳热为 $Q = \frac{3}{2}mv_0^2$, 故 C 错误; 根据动量定理, 对甲棒有 $B\bar{I}d \times \Delta t = mv_1 - mv_0$, 其中 $q = \bar{I} \times \Delta t$, 解得 $q = \frac{mv_0}{Bd}$, 故 D 正确。]

9. 解析: (1) 电流流向不同, 对应指针偏转方向不同, 所以该步骤的目的是获得电流表指针偏转方向与电流方向的对应关系。
(3) 实验 4 中指针向左偏转, 与实验 1 偏转情况相同, 可知感应电流的磁场方向向上。
(4) ①要探究感应电流方向与磁体运动情况的关系, 需保证磁体磁场的方向相同, 故由实验 1 和 2 可得出结论。
②由实验 2、4 得出的结论: 穿过闭合回路的磁通量减少时, 感应电流的磁场方向与原磁场方向相同。

答案: (1) 电流 (3) 向上 (4) ①2 ②相同

10. 解析: (1) 由法拉第电磁感应定律可得感应电动势 $E = BL\bar{v}$
圆盘半径两端的平均速度为 $\bar{v} = \frac{1}{2}(0 + \omega L)$
联立可得铜圆盘的铜轴与边缘之间的感应电动势大小 $E = \frac{1}{2}B\omega L^2$ 。
(2) 由右手定则可得电流方向为由 a 到 b 。由闭合电路欧姆定律可得, 电流为 $I = \frac{E}{R+r}$

小灯泡两端的电压为 $U = IR$

联立可得 $U = \frac{RB\omega L^2}{2(r+R)}$ 。

(3) 由能量守恒可知, 维持圆盘匀速转动的外力的功率等于电路消耗的总功率, 即 $P = P_{\text{电}}$

电路中消耗的总功率为 $P_{\text{电}} = \frac{E^2}{R+r}$

联立可得 $P = \frac{B^2 \omega^2 L^4}{4(r+R)}$ 。

答案: (1) $\frac{1}{2}B\omega L^2$ (2) 电流方向由 a 到 b $\frac{RB\omega L^2}{2(r+R)}$

(3) $\frac{B^2 \omega^2 L^4}{4(r+R)}$

11. 解析: (1) $t = 0$ 时, 金属杆长度即切割磁感线的有效长度, 为

$$L = 2d \sin \frac{\theta}{2} = 3 \text{ m}$$

根据法拉第电磁感应定律得, 此时金属杆切割磁感线产生的感应电动势为 $E = BLv = 1.5 \text{ V}$ 。

(2) 由于金属杆做匀速直线运动, 则 $t = 0.8 \text{ s}$ 时, 金属杆仍产生 1.5 V 的电动势, 此时由几何关系可知, 金属杆在导轨间的长度为

$$L' = 2 \left(d \cos \frac{\theta}{2} - vt_1 \right) \tan \frac{\theta}{2} = 1.8 \text{ m}$$

根据法拉第电磁感应定律得, 金属杆在导轨间的部分切割磁感线产生的感应电动势为 $E' = BL'v = 0.9 \text{ V}$

根据题意可知导轨的电阻均不计, 则金属杆在导轨间部分的电势差为 0, 因此, 金属杆两端的电势差可以看成是金属杆除与导轨构成回路外的部分产生的感应电动势的总和, 则金属杆两端的电势差为 $U = E - E' = 0.6 \text{ V}$, 由右手定则可知金属杆上端的电势较高。

(3) 设 t 时刻导轨间金属杆切割磁感线产生的感应电动势为 $E'' = BL''v$

此时导轨间金属杆的电阻为 $R'' = \frac{L''}{L}R$

根据闭合电路欧姆定律得, 流过金属杆的电流为 $I = \frac{E''}{R''} =$

$$\frac{BL''v}{\frac{L''}{L}R} = \frac{BLv}{R} = 5 \text{ A}$$

由此可知整个过程中任意时刻流过金属杆的电流均相同, 根据电流的定义式可得, 整个过程通过金属杆的电荷量为

$$q = It = I \cdot \frac{d \cos \frac{\theta}{2}}{v} = 10 \text{ C}。$$

(4) 由安培力公式可知 t 时刻金属杆所受安培力大小为

$$F_A = BIL'' = BI \cdot 2 \left(d \cos \frac{\theta}{2} - vt \right) \tan \frac{\theta}{2}$$

t 时刻金属杆的位移大小为 $x = vt$

由此可知安培力与位移呈线性关系, 根据功能关系可知, 整个过程金属杆克服安培力做的功转化为金属杆产生的焦耳热, 因此整个过程金属杆上产生的焦耳热为

$$Q = \bar{F}_A x_{\text{总}} = \frac{1}{2} F_{A0} x_{\text{总}} = \frac{1}{2} BIL \cdot d \cos \frac{\theta}{2} = 7.5 \text{ J}。$$

答案: (1) 1.5 V (2) 0.6 V (3) 10 C (4) 7.5 J

课时作业(六十六)

1. **BD** [磁极顺时针匀速转动相当于线圈逆时针匀速转动,线圈从中性面位置开始转动,磁极转过 90° 时即线圈逆时针转过 90° 时,穿过线圈的磁通量为 0,磁通量的变化率最大,线圈中电流最大,A 错误,B 正确;磁极转过 90° 时相当于题图中 PQ 向下切割磁感线,由右手定则可知线圈中电流方向由 Q 指向 P,C 错误,D 正确。]
2. **B** [交流电的最大值和两条边到转轴的距离无关,为 $E_m = NBS\omega = NBL^2\omega$,因此有效值 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}NBL^2\omega$,故 B 正确。]
3. **A** [设在 A、B 间加峰值电压为 U_m 、周期为 T 的正弦式交变电流,则电压的有效值 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$,设 $R_1 = R_2 = R$,根据理想二极管特性,在一个周期内, R_1 产生的焦耳热 $Q_1 = I_1^2 R_1 t_1 = \left(\frac{U}{2R}\right)^2 \cdot R \cdot \frac{T}{2} = \frac{U_m^2 T}{16R}$, R_2 产生的焦耳热 $Q_2 = I_2^2 R_2 t_2 + I_2^2 R_2 t_2 = \left(\frac{U}{2R}\right)^2 \cdot R \cdot \frac{T}{2} + \left(\frac{U}{2R}\right)^2 \cdot R \cdot \frac{T}{2} = \frac{5U_m^2 T}{16R}$,则 R_1 与 R_2 的电功率之比 $P_1 : P_2 = \frac{Q_1}{T} : \frac{Q_2}{T} = 1 : 5$,故选 A。]
4. **D** [由题图可知交流电的周期为 0.02 s,则频率为 $f = \frac{1}{T} = 50$ Hz,故 A 错误;根据题图可知电压的峰值为 $10\sqrt{2}$ V,根据欧姆定律可知电流的峰值 $I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{10\sqrt{2}}{50} \text{ A} = \frac{\sqrt{2}}{5} \text{ A}$,故 B 错误;电流的有效值为 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.2 \text{ A}$,所以电阻在 1 s 内消耗的电能为 $W = I^2 R t = 0.2^2 \times 50 \times 1 \text{ J} = 2 \text{ J}$,故 C 错误;根据题图可知电阻两端电压的表达式为 $u = U_m \sin \omega t = 10\sqrt{2} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \text{ (V)}$ $= 10\sqrt{2} \sin(100\pi t) \text{ (V)}$,故 D 正确。故选 D。]
5. **D** [设交流电电压有效值为 U ,根据有效值定义可得 $\left(\frac{30}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{T}{2} + \frac{60^2}{R} \cdot \frac{T}{2} = \frac{U^2}{R} \cdot T$,解得 $U = 45 \text{ V}$,则理想电压表读数为 45 V,故 A 错误;理想电流表读数 $I = \frac{U}{R} = \frac{45}{50} \text{ A} = 0.9 \text{ A}$,电阻 R 消耗的电功率 $P = I^2 R = 0.9^2 \times 50 \text{ W} = 40.5 \text{ W}$,电阻 R 在 50 s 内产生的热量 $Q = I^2 R t = 0.9^2 \times 50 \times 50 \text{ J} = 2025 \text{ J}$,故 B、C 错误,D 正确。]
6. **B** [由题图乙可知交变电流的周期 $T = 0.02 \text{ s}$,频率 $f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$,故 A 错误; $t = 0.01 \text{ s}$ 时,电动势为 0,故线圈平面与中性面重合,故 B 正确; $t = 0 \text{ s}$ 和 $t = 0.01 \text{ s}$ 时,电动势为 0,磁通量有最大值,设为 Φ_m ,则前 0.01 s 时间内磁通量的变化量 $\Delta\Phi = 2\Phi_m$,通过线圈的电荷量 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \cdot \Delta t = \frac{N \cdot \Delta\Phi}{R \cdot \Delta t} \cdot \Delta t = \frac{N \cdot \Delta\Phi}{R} = \frac{2N\Phi_m}{R}$,由于电动势的最大值 $E_m = N\Phi_m\omega = \frac{2\pi N\Phi_m}{T}$,根据题图乙可知 $E_m = 20\sqrt{2} \text{ V}$,解得 $q = \frac{\sqrt{2}}{25\pi} \text{ C}$,故 C 错误;发电机的最大电压为 $20\sqrt{2} \text{ V}$,若把击穿电压为 20 V 的

电容器接在发电机上,电容器会被击穿,故 D 错误。]

7. **C** [转动 90° 时,通过线圈的电流最大,之后减小,回路中的电流方向不变,故 A 错误;转动 180° 的过程中通过导线横截面的

$$\text{电荷量为 } q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R} \cdot \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{2B(4L^2 - L^2)}{R} = \frac{6BL^2}{R},$$

故 B 错误;转动 90° 时回路中感应电动势大小为 $E_m = 3B\omega L^2$,

$$\text{故 C 正确;转动过程中电流的有效值为 } I = \frac{\frac{E_m}{\sqrt{2}}}{R} = \frac{3\sqrt{2}B\omega L^2}{2R}, \text{ 故}$$

D 错误。]

8. **解析:** (1) 线圈产生的最大感应电动势 $E_m = NBS\omega$

$$\text{其中 } \omega = 2\pi n = 6\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{解得 } E_m = 3\sqrt{2} \text{ V}$$

线圈从垂直于中性面位置开始转动,则电动势的瞬时值表达式为 $e = 3\sqrt{2} \cos 6\pi t \text{ (V)}$ 。

(2) 线圈从题图所示位置转过 90° 的过程中,感应电动势的平均

$$\text{值 } \bar{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N \frac{BS}{\Delta t}$$

$$\text{感应电流的平均值 } \bar{I} = \frac{q}{\Delta t} = \frac{\bar{E}}{R+r}$$

$$\text{解得通过电阻 } R \text{ 的电荷量 } q = \frac{\sqrt{2}}{20\pi} \text{ C}。$$

$$(3) \text{ 电动势的有效值 } E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 3 \text{ V}$$

$$\text{电流的有效值 } I = \frac{E}{R+r} = 0.3 \text{ A}$$

$$\text{电路的热功率 } P = I^2(R+r) = 0.9 \text{ W}$$

由能量的转化关系可知外力对线圈做功的功率

$$P' = P = 0.9 \text{ W}。$$

$$\text{答案: (1) } e = 3\sqrt{2} \cos 6\pi t \text{ (V)} \quad (2) \frac{\sqrt{2}}{20\pi} \text{ C} \quad (3) 0.9 \text{ W}$$

课时作业(六十七)

1. **C** [由于送电线圈输入的是正弦式交变电流,是周期性变化的,因此产生的磁场也是周期性变化的,受电线圈产生的感应电流及由感应电流产生的磁场也是周期性变化的,A、B 错误;根据变压器原理,原、副线圈通过互感现象实现能量传递,因此送电线圈和受电线圈也是通过互感现象实现能量传递,C 正确;手机与基座无须导线连接就能实现充电,但磁场能有一部分以电磁波辐射的形式损失掉了,因此这样传递能量是有能量损失的,D 错误。]
2. **B** [原线圈两端电压的有效值为 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 24 \text{ V}$,A 错误;副线圈所接灯泡正常发光,则副线圈中电流的有效值为 $I = \frac{P}{U_2} = \frac{3}{6} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$,B 正确;原、副线圈匝数之比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{24 \text{ V}}{6 \text{ V}} = \frac{4}{1}$,C 错误;原线圈的输入功率 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}} = 3 \text{ W}$,D 错误。]
3. **AC** [保持 T 不动,则原、副线圈匝数比不变,又变压器的输入电压不变,根据变压器的变压规律可知,变压器的输出电压不变,滑动变阻器的滑片向 f 端滑动时,其接入电路的电阻减小,根据欧姆定律可知通过 R_1 的电流增大,根据 $P = I^2 R$ 可知, R_1 的热功率增大,A 正确;仅将 T 向 b 端移动,则原、副线

圈的匝数比增大,又变压器的输入电压不变,根据变压器的变压规律可知,变压器的输出电压减小,则 R_1 两端的电压减小,根据 $P = \frac{U^2}{R}$ 可知, R_1 的热功率减小, B 错误;同理,将 T 向 a 端移动, R_1 的热功率增大,结合 A 项分析可知,再将滑动变阻器的滑片向 f 端滑动, R_1 的热功率进一步增大, C 正确;经以上分析可知,将 T 向 b 端移动,滑动变阻器的滑片向 e 端滑动, R_1 的热功率减小, D 错误。]

4. D [变压器输出的是交流电,因此电容器不是断路而是通路,故 A 错误;变压器输入电压的有效值为 $U_1 = \frac{36\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \text{ V} = 36 \text{ V}$,

根据理想变压器原、副线圈电压与匝数比的关系 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$,可得 $U_2 = 12 \text{ V}$,电压表的示数为 12 V ,故 B 错误;向上滑动滑片 P ,副线圈匝数增加,输入电压不变,根据理想变压器原、副线圈电压与匝数比的关系 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$,可知 U_2 增大,所以电压表示数变大,故 C 错误;增大 R 的阻值,输出电压不变,变压器的输出功率减小,变压器的输入功率也减小,则电源的输出功率减小,故 D 正确。]

5. D [变压器的输入电压不随负载的变化而变化,即变压器原线圈的输入电压 $U_1 = U_{V1}$ 不变,根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知,变压器副线圈的输出电压 $U_2 = U_{V2}$ 不变;当住户使用的用电器增加时,即用电器的总电阻 $R_{\text{用}}$ 变小,由 $I_2 = \frac{U_2}{R + R_{\text{用}}}$ 可知,副线圈的电流 $I_2 = I_{A2}$ 变大,而由 $U_{V3} = U_2 - I_2 R$ 可知, U_{V3} 减小;由理想变压器的原理 $U_1 I_1 = U_2 I_2$ 可知,原线圈的电流 $I_1 = I_{A1}$ 变大,故综合上述分析可知 A_1 增大, A_2 增大, V_2 不变, V_3 减小。故选 D。]

6. A [电容 C 增大,对交流电的阻碍作用减小,则灯泡 L_1 变亮, A 正确;频率 f 增大,则电感的阻碍作用增大,灯泡 L_2 变暗, B 错误;由光敏电阻的特性可知, R_G 上光照增强, R_G 的阻值减小,灯泡 L_3 变亮, C 错误; S 接到 b 时,理想变压器原线圈的匝数减小,副线圈的匝数不变,由理想变压器变压规律可知副线圈两端的电压增大,三个灯泡均变亮, D 错误。]

7. C [T_1 两端接在同一根电线上,因此 a 是交流电流表, T_2 两端接在两根电线上,因此 b 是交流电压表,故 A 错误;变压器原、副线圈电压之比等于匝数之比,所以 T_2 原、副线圈匝数之比为 $220\,000 : 200 = 1\,100 : 1$,故 B 错误;变压器原、副线圈电流与匝数成反比,则高压线路输送的电流为 200 A ,故 C 正确;由 C 项分析可知高压线路输送的电功率 $P = UI = 220 \text{ kV} \times 200 \text{ A} = 4.4 \times 10^4 \text{ kW}$,故 D 错误。]

8. 解析: (1) 输电线上损失的电功率为输送电功率的 5% , 输电线中的电流为 I_2 , 则 $I_2^2 R_{\text{线}} = 5\% \times P$
解得 $I_2 = 25 \text{ A}$

降压变压器 T_2 的副线圈中的电流 I_4 即为提供给所有用户的总电流 $I_{\text{总}}$ 。用户获得的总功率为 $P_{\text{用}} = P - 5\% \times P = 95\% \times P$

又 $P_{\text{用}} = U_4 I_4$, 所以 $I_4 = \frac{95\% \times P}{U_4}$

降压变压器原线圈中的电流 $I_3 = I_2$

则降压变压器的匝数比 $\frac{n_3}{n_4} = \frac{I_4}{I_3} = \frac{190}{11}$ 。

(2) 设有 N 盏灯能正常发光, 则 $P_{\text{用}} = NP_{\text{灯}}$

代入数据解得 $N = 1\,900$ 。

答案: (1) $190 : 11$ (2) $1\,900$ 盏

课时作业(六十八)

1. C [根据麦克斯韦电磁场理论,均匀变化的磁场产生恒定的电场,均匀变化的电场产生恒定的磁场, A 错误;蓝牙耳机的电磁波在真空中的传播速度等于手机通信的电磁波速度, B 错误;盒装牛奶内壁有铝箔,这属于金属材料,金属能聚集能量产生高频电流,进而可能出现发热、产生电火花的现象,且铝箔会反射微波,难以到达牛奶内部使其加热,故不能放入微波炉中加热, C 正确;某同学自制收音机来收听广播时,其接收电台的过程称为调谐, D 错误。]

2. A [在振荡电路中,当振荡电流为 0 时,表示电容器充电结束,故 A 正确; t_1 到 t_2 过程中电容器放电,电场能向磁场能转化, t_2 时刻放电电流达到最大,此时电场能最小,电容器两极板间的电压最小,而线圈中的磁场能最大,故 B、C 错误;电流的变化率越大,自感电动势越大,反之电流的变化率越小,自感电动势越小,在 t_1 到 t_2 过程中,电流的变化率逐渐减小,则线圈的自感电动势逐渐减小,故 D 错误。]

3. AB [根据线圈中的电流方向,应用右手螺旋定则可判断出线圈中的磁场方向向下, A 正确;电流流向正极板,表示电容器在充电,两极板的电荷量增大,板间电场强度在变大,电路中电流在减小,线圈储存的磁场能正在减小,逐渐转化成电场能,根据“增反减同”可知,线圈中感应电流的方向与线路中原电流的方向相同, B 正确, C、D 错误。]

4. B [高频载波是电磁波,属于横波,故 A 错误;使高频载波随低频神经信号改变的过程属于调制,故 B 正确;体外接收电路的固有频率与高频载波的频率相等,故 C 错误;体外接收电路中的信号经过解调还原出低频神经信号,故 D 错误。]

5. A [利用微波炉加热食物时出现了受热不均的情况,造成该现象的主要原因是电磁波在食物内部发生了干涉,形成振动加强区和减弱区,从而使食物受热不均,故 A 正确, B、C、D 错误。]

6. C [雷达可以利用反射电磁波定位,是因为其工作波段的电磁波衍射效应不明显,从而实现定向传播和精准定位,故 A 错误;微波和其他波段的电磁波的波速一样,都为光速,故 B 错误;X 射线衍射能探测晶体内部原子的排列结构,是因为 X 射线的波长与原子的间距相近,故 C 正确;工程上用 γ 射线探测金属内部缺陷,是因为 γ 射线具有频率高、穿透能力强、波动性弱的特点,故 D 错误。]

7. CD [开关 S 断开后,电感线圈中的电流不会立即消失,而是会继续流动,形成一个自感电动势,阻碍电流的变化,这个自感电动势会使得电感线圈两端的电压大于电容器两端的电压,因为二极管 D 具有单向导电性,只允许电流从电感线圈流向电容器,不允许电流从电容器流向电感线圈,这个自感电动势不会在电感线圈中产生往复的交变电流,故 A、B 错误;当开关 S 闭合时,由于二极管的存在,电源 E 不会对电容器 C 充电,当开关 S 断开时,电感线圈中的电流会继续流动,通过二极管 D 对电容器 C 充电,使得电容器的下极板积累正电荷,上极板积累负电荷,故 C 正确;电感线圈匝数越多,其自感电动势就越大,可以使得电容器两端的电压提升得更多,在开关 S 闭合、断开次数相同的情况下,电容器两端最终获得的电压值就越大,故 D 正确。]

8. C [因为振荡电流的频率 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, 所以振荡电流的频率

与电源电动势无关,故 A 错误;由 LC 振荡电路可知,当电容器中电荷量最大时,电路中的电流为 0,故 B 错误;当电感线圈自感电动势最大时,此时刚刚充电完毕,电容器中电场能最大,故 C 正确;检测到振荡电流的频率增加,则电容减小,根据 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知,电介质在被拔出,说明被测物体向右运动,故 D 错误。]

9. B $[t=0$ 时刻电容器的下极板带正电,此时刻将开关 S 扳到 b, 0 到 $\frac{T}{4}$ 时间段电容器放电,回路中的电流沿顺时针方向,电流自左向右流过灵敏电流计,指针向右偏转, $\frac{T}{4}$ 时电容器所带的电荷量为 0,回路中的电流最大,线圈产生的磁场能最大,电场能为 0; $\frac{T}{4}$ 到 $\frac{T}{2}$ 时间段电容器正在充电,回路中的电流沿顺时针方向,电流自左向右流过灵敏电流计,指针向右偏转, $\frac{T}{2}$ 时电容器所带的电荷量最多,回路中的电流为 0,线圈产生的磁场能为 0,电场能最大。由题意知,该 LC 振荡电路的周期 $T = 2\pi\sqrt{LC}$, $\frac{\pi\sqrt{LC}}{4}$ 为 $\frac{T}{8}$ 时刻,此时电容器正在放电, A 错误; $\frac{3\pi\sqrt{LC}}{4}$ 为 $\frac{3T}{8}$ 时刻,此时灵敏电流计的指针向右偏转, B 正确; $\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$ 为 $\frac{T}{4}$ 时刻,此时线圈产生的磁场能最大, C 错误; $\pi\sqrt{LC}$ 为 $\frac{T}{2}$ 时刻,此时电容器所带的电荷量最多, D 错误。]

10. C $[LC$ 回路振荡电流的频率 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, 根据平行板电容器

电容的决定式有 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$, 储液罐内的液面高度降低时, 电容器的相对介电常数减小, 电容减小, 则 LC 回路振荡电流的频率将变大, 故 A 错误; 根据题图乙可知, $t_1 \sim t_2$ 电流减小, 磁场能减小, 电场能增大, LC 回路中磁场能逐渐转化为电场能, 电容器充电, 故 B 错误; $t_2 \sim t_3$ 电流增大, 磁场能增大, 电场能减小, LC 回路中电场能逐渐转化为磁场能, 故 C 正确; 根据正弦式交流电的有效值规律可知, 该振荡电流的有效值 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}I_m}{2}$, 故 D 错误。]

课时作业(六十九)

1. A $[$ 根据可拆式变压器电压与匝数的关系有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 即 $\frac{2}{4} V = \frac{n_1}{4 \text{ 匝}}$, 解得 $n_1 = 2$ 匝, 故原线圈接入的匝数是 2 匝, 即左侧接线柱线圈选取的是“0”和“2”。故选 A。]
2. 解析: (1) 在“探究变压器线圈两端的电压与匝数的关系”实验中, 使用的是低压交流电源, 所以不需要干电池, 磁场是利用了电流的磁效应, 所以也不需要条形磁体, 测量线圈两端的电压需要使用多用电表的交流电压挡, 不需要直流电压表和直流电流表。故选 C、D。
- (2) 变压器铁芯的结构和材料是由绝缘的硅钢片叠成的, 故选 C。
- (3) 操作过程中横铁芯没有与竖直铁芯对齐, 则可能导致漏磁, 使得输出电压偏小, 则有 $\frac{U_1}{n_1} > \frac{U_2}{n_2}$, 可能正确的图线只有 C。

答案: (1) CD (2) C (3) C

3. 解析: (1) 在“探究变压器线圈两端电压与匝数关系”的实验中, 原线圈两端应接入交变电流, 故应将 A、B 分别与 c、d 连接。

(2) 根据题表中数据可得, 在实验误差允许范围内, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,

$\frac{U_1}{U_3} = \frac{n_1}{n_3}$, 即在实验误差允许范围内, 变压器原、副线圈的电压之比等于两个线圈的匝数之比。

(3) 若把题图丙中的可移动铁芯取走, 漏磁变大, 原线圈中磁通量变化率比副线圈中磁通量变化率大, 根据法拉第电磁感应定律可知, 副线圈两端的电压一定小于 4.0 V。

答案: (1) c、d (2) 两个线圈的匝数之比 (3) A

4. 解析: (1) 变压器正常工作需要交流电, 因此本实验中需要用交流电源(学生电源)和交流电压表(多用电表), 不需要干电池和直流电压表。

(2) 为实现探究目的, 保持原线圈输入的电压一定, 通过改变原、副线圈匝数, 测量副线圈上的电压。这个探究过程采用的科学探究方法是控制变量法。

(3) 由实验数据可知: 第 1 次有 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1\ 200}{400} = 3$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{12.1}{3.98} \approx$

3.04, 第 2 次有 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{800}{400} = 2$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{12.0}{5.96} \approx 2.01$, 第 3 次有 $\frac{n_1}{n_2} =$

$\frac{200}{100} = 2$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{11.9}{5.95} = 2$, 由以上计算可知, 在误差允许的范围

内, 变压器原、副线圈的电压比与匝数比相等, 即 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

(4) 变压器线圈中有电流通过时会发热, 线圈有电阻, 在线圈上会产生电压降, 使输出电压减小, 故 A 正确; 原、副线圈的电压是否同步, 对输出电压无影响, 故 B 错误; 铁芯在交变磁场的作用下会发热, 使变压器输出的电能小于输入的电能, 使输出的电压减小, 故 C 正确; 原线圈中电流产生的磁场能在向副线圈转移过程中有损失, 即有漏磁现象, 由能量守恒定律可知, 输出电压减小, 故 D 正确。

答案: (1) BD (2) C (3) 见解析 (4) ACD

课时作业(七十)

1. 解析: (1) 电阻箱的阻值 $R = 8 \times 100 \ \Omega + 4 \times 10 \ \Omega + 0 \times 1 \ \Omega + 0 \times 0.1 \ \Omega = 840.0 \ \Omega$; 由闭合电路欧姆定律可得 $E = \frac{1}{2} I_g (R_g + 840.0 \ \Omega)$, $E = \frac{3}{4} I_g (R_g + 540.0 \ \Omega)$, 解得 $I_g = 10 \text{ mA}$, $R_g = 60 \ \Omega$ 。

(2) 热敏电阻的阻值 $R_t = R_0 + kt$, 由闭合电路欧姆定律可得

$$I = \frac{E}{R_g + R_0 + kt}, \text{ 解得 } t = \frac{E}{kI} - \frac{R_0 + R_g}{k}.$$

答案: (1) 840.0 10 60 (2) $\frac{E}{kI} - \frac{R_0 + R_g}{k}$

2. 解析: (1) 使用多用电表时, 通过多用电表的电流遵循“红进黑出”, 使用多用电表的电阻挡时, 当黑表笔与 M 端接触、红表笔与 N 端接触时, 若有电流, 则二极管中电流方向为 $M \rightarrow N$, 而由题图乙可知此时多用电表指针位于 a 位置, 即此时二极管电阻无穷大, 由二极管的单向导电性可知, 此时二极管所接电压为反向电压, 则 M 端为二极管的负极。

(2) ①由于要求闭合开关后电压表和电流表的读数从 0 开始, 则滑动变阻器应采用分压式接法, L_1 、 L_2 的另一端应接 A 接线柱, L_3 的另一端应接 C(或 D) 接线柱。

② $I-U$ 图像上某点与坐标原点连线的斜率的倒数表示光敏电阻的阻值,由题图丁可知,光照增强时,光敏电阻的阻值减小,即光敏电阻的阻值随其表面受到光照的增强而减小。

(3) 三极管未导通时, R_G 与 R_1 串联。随着光强增强, R_G 电阻减小,此时三极管仍未导通,说明 R_1 分压小,故需要增大 R_1 的阻值。

答案:(1)负极 (2)①A A C(或D) ②减小 (3)增大

3. 解析:(1)当小量程的电流表改装成量程较大的电流表时,需要

并联一个小电阻,有 $I_{\text{改}} = I_A + \frac{I_A R_A}{R_x}$,代入数据解得 $R_x = 1 \Omega$ 。

(2)根据闭合电路欧姆定律可得,当压力传感器上不放物体时,

调节滑动变阻器使得电流表满偏,有 $I_{\text{改}} = \frac{E}{r + R_0 + R_{\text{滑}} + R_{\text{改}}}$

$= 0.3 \text{ A}$,当压力传感器上放上物体,且电流表示数为 0.2 A

时,有 $I_1 = \frac{E}{r + R + R_{\text{滑}} + R_{\text{改}}} = 0.2 \text{ A}$, $R = R_0 + kmg$,联立得

$R = 11 \Omega$, $m = 0.6 \text{ kg}$ 。

(3)根据 $I_{\text{改}} = \frac{E}{r + R_0 + R_{\text{滑}} + R_{\text{改}}} = 0.3 \text{ A}$,得 $r + R_{\text{滑}} + R_{\text{改}} =$

7Ω ,又 $I = \frac{E}{r + R + R_{\text{滑}} + R_{\text{改}}}$, $R = R_0 + kmg$,代入数据整理

得 $m = \frac{0.36}{I} - 1.2 (\text{kg})$ 。

答案:(1)并联 1 (2)11 0.6 (3) $\frac{0.36}{I} - 1.2 (\text{kg})$

章末巩固(十二)

1. C [空间中的 5G 信号和 4G 信号的频率不同,不会产生干涉现象,故 A 错误;5G 信号与 4G 信号所用的无线电波在真空中的传播速度一样,均等于光速,故 B 错误;5G 信号相比于 4G 信号的频率高,波长短,更不容易发生衍射,所以 5G 信号相比于 4G 信号更不容易绕过障碍物,所以 5G 通信需要搭建更密集的基站,故 C 正确,D 错误。]

2. A [根据题表可知随着光照强度增大,光敏电阻的阻值减小,根据串联电路分压特点可知,光敏电阻两端的电压减小,即 R_1 是光敏电阻, R_2 是定值电阻,光照强度为 1.0 lx 时,光敏电阻的阻值为 $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$,根据串联电压分压特点可得 $\frac{U_1}{R_1} =$

$\frac{E - U_1}{R_2}$,其中 $U_1 = 2 \text{ V}$, $E = 3 \text{ V}$,可得 $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$,故选 A。]

3. D [电路中的磁场能最大时,电容器板间电场能最小,为 0, A 错误;电容器板间电场强度增大时,电容器正在充电,磁场能转化为电场能,电路中电流正在减小, B 错误;电容器充电结束时,电容器所带电荷量达到最大,电场能最大,电路中电流为 0, C 错误;由 $T = 2\pi \sqrt{LC}$ 得 $T^2 = 4\pi^2 LC$,由 $T^2 - C$ 图像的斜率可以计算得到线圈的自感系数, D 正确。]

4. C [电压表的示数为原线圈两端电压的有效值, $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \text{ V}$,故 A 错误;变压器不改变交流电压的频率,副线圈输出交流电压的频率 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02} \text{ Hz} = 50 \text{ Hz}$,故 B 错误;根据

$\frac{U_{1m}}{U_{2m}} = \frac{n_1}{n_2}$,点燃燃气需满足 $U_{2m} > 5000 \text{ V}$,可知 $\frac{n_2}{n_1} > 100$,故 C 正确;若能点燃燃气,则两点火针间电压的最大值一定大于 5000 V ,两点火针间电压的有效值不一定大于 5000 V ,故 D 错误。]

5. AD [根据题图乙,压力减小,力敏电阻阻值减小,副线圈中电流增大,则原线圈中电流也增大,即电流表的示数增大, A 正确;压力增大,力敏电阻阻值增大,副线圈中电流减小,则 R_0 两端的电压减小, B 错误;滑动触头 P 向左滑动,副线圈匝数减小,由于原线圈输入电压不变,因此副线圈输出电压减小,则副线圈中电流减小,原线圈中电流也减小,即电流表的示数减小, C 错误;滑动触头 P 向右滑动,副线圈匝数增大,副线圈输出电压增大,电阻 R_0 分得的电压增大, D 正确。]

6. AD [交流电的周期 $T = \frac{1}{f} = 0.02 \text{ s}$,故 A 正确;根据理想变

压器原、副线圈电压与匝数的关系可得,原、副线圈匝数比 $\frac{n_1}{n_2} =$

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{10 \times 1000}{220} = \frac{500}{11}$,故 B 错误;输出的最大电压 $U_{2m} =$

$\sqrt{2} U_2 = 220\sqrt{2} \text{ V}$,故 C 错误;若 10 台充电桩同时使用,输出功率 $P_{2\text{总}} = 10 U_2 I_2 = 10 \times 220 \times 16 \text{ W} = 35200 \text{ W} = 35.2 \text{ kW}$,变压器

不改变功率,故输入功率 $P_{1\text{总}} = P_{2\text{总}} = 35.2 \text{ kW}$,故 D 正确。]

7. 解析:(1)由题意可知原线圈电压的有效值 $U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$

根据理想变压器变压规律,有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

可得 $U_2 = \frac{n_2 U_0}{\sqrt{2} n_1}$

则电动机的输入功率 $P = U_2 I = \frac{n_2 U_0}{\sqrt{2} n_1} I$ 。

(2)由晾衣杆匀速上升可得 $P_{\text{机}} = mgv$

又由 $P = P_{\text{机}} + I^2 R$

可得 $R = \frac{n_2 U_0}{\sqrt{2} n_1 I} - \frac{mgv}{I^2}$ 。

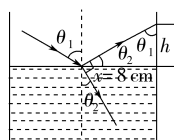
答案:(1) $\frac{n_2 U_0}{\sqrt{2} n_1} I$ (2) $\frac{n_2 U_0}{\sqrt{2} n_1 I} - \frac{mgv}{I^2}$

课时作业(七十一)

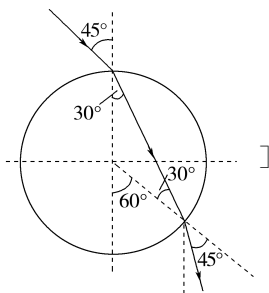
1. A [距离路面越近,空气密度越小,折射率越小,不同的空气层有不同的折射率,光由光疏介质射向光密介质时,折射角小于入射角,光由光密介质射向光疏介质时,折射角大于入射角,故选 A。]

2. D [激光在不同介质中传播时,其频率不变,故 A、B 错误;根据 $\sin C = \frac{1}{n}$,甲的折射率比乙的大,则用乙液体时全反射的临界角更大,故 C 错误, D 正确。]

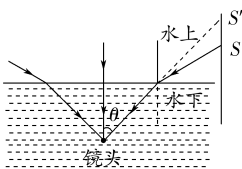
3. B [光路图如图所示,标注入射角 θ_1 ,折射角 θ_2 ,根据几何关系结合折射定律可得 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \tan \theta_1 = \frac{x}{h} = \frac{8 \text{ cm}}{h}$,若 $h = 4 \text{ cm}$,则 $n = 2$,故 A 错误;若 $h = 6 \text{ cm}$,则 $n = \frac{4}{3}$,故 B 正确;若 $n = \frac{5}{4}$,则 $h = \frac{32}{5} \text{ cm}$,故 C 错误;若 $n = \frac{3}{2}$,则 $h = \frac{16}{3} \text{ cm}$,故 D 错误。]



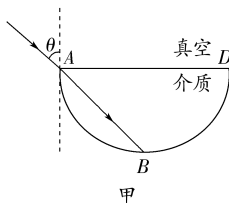
4. B [由折射定律可知光线射入玻璃时的折射角 r 满足 $\sin r = \frac{\sin 45^\circ}{n}$,解得 $r = 30^\circ$,光路图如图所示,则由几何知识可知,该光线从圆柱体中射出时与竖直方向的夹角 $\alpha = 2 \times 30^\circ - 45^\circ = 15^\circ$, B 正确。



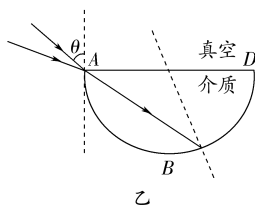
5. C [光线由水上射入水中时,光的频率不变,故 A 错误;如图所示,光源成像的位置 S' 比 S 的位置偏高,故 B 错误;根据光速与折射率的关系有 $v = \frac{c}{n} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$,故 C 正确;当光线在水面的入射角为 90° 时,水中光线与竖直方向夹角达到最大值,即临界角 C ,且 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{3}{4} > 0.6$,则 $C > 37^\circ$,故 D 错误。]



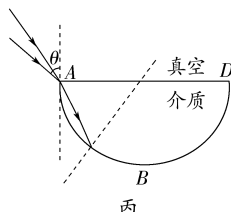
6. D [根据题意,画出光路图,如图甲所示:]



由几何关系可知,折射角为 45° ,则由折射定律有 $n = \frac{\sin \theta}{\sin 45^\circ} = \sqrt{2} \sin \theta > 1$,则有 $\sin \theta > \frac{\sqrt{2}}{2}$, $n < \sqrt{2}$,解得 $\theta > 45^\circ$,故 A、B 错误;根据题意,由 $\sin C = \frac{1}{n}$,可知 $\sin C > \frac{\sqrt{2}}{2}$,即 $C > 45^\circ$,增大入射角,光路图如图乙所示:



由几何关系可知,光在 $\widehat{BD}$ 上的入射角小于 45° ,则该单色光在 $\widehat{BD}$ 上不可能发生全反射,故 C 错误;减小入射角,光路图如图丙所示:

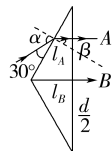


由几何关系可知,光在 $\widehat{AB}$ 上的入射角大于 45° ,可能大于临界角,则该单色光在 $\widehat{AB}$ 上可能发生全反射,故 D 正确。]

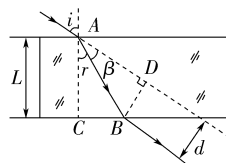
7. B [由题知该介质对红光的折射率小于对绿光的折射率,在 MN 面,入射角相同,根据折射定律 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$,可知绿光在 MN 面的折射角较小,根据几何关系可知绿光比红光更靠近 P 点,故 A 错误;根据全反射发生的条件 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知红光发生全

反射的临界角较大, θ 逐渐增大时,折射光线与 NP 面的交点左移过程中,在 NP 面的入射角先小于红光发生全反射的临界角,所以红光的全反射现象先消失,故 B 正确;在 MN 面,光是从光疏介质到光密介质,无论 θ 多大,在 MN 面都不可能发生全反射,故 C 错误;根据折射定律 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$ 可知, θ 逐渐减小时,两束光在 MN 面的折射角逐渐减小,故 D 错误。]

8. D [根据几何关系,A 光在棱镜上侧面的入射角为 $\alpha = 60^\circ$,A 光在棱镜上侧面的折射角为 $\beta = 30^\circ$,根据折射定律,棱镜对该单色光的折射率为 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{3}$,故 A、B 错误;光在棱镜中的速度为 $v = \frac{c}{n}$,设 l_A 、 l_B 分别为 A 光和 B 光在棱镜中通过的距离,根据几何关系有 $l_B = \frac{d}{2} \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{6} d$, $l_A = \frac{1}{2} l_B = \frac{\sqrt{3}}{12} d$,则 B 光通过棱镜需要的时间为 $t_B = \frac{l_B}{v} = \frac{d}{2c}$,故 C 错误;A 光通过棱镜需要的时间为 $t_A = \frac{l_A}{v} = \frac{d}{4c}$,故 D 正确。]



9. 解析:(1)过 B 点作垂直于入射光线延长线的垂线 BD,以此构建 Rt△ABD,如图所示,因为 $BD = BC$,所以 Rt△ABD 与 Rt△ABC 全等,则 $\beta = r = 30^\circ$,把 $i = 60^\circ$ 和 $r = 30^\circ$ 代入 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 可得 $n = \sqrt{3}$ 。



(2)光在玻璃中传播的速度 $v = \frac{c}{n}$,光在玻璃中传播的时间 $t = \frac{AB}{v} = \frac{2L}{c}$ 。

答案:(1) $\sqrt{3}$ (2) $\frac{2L}{c}$

课时作业(七十二)

1. A [当障碍物的尺寸与波的波长相当或小于波的波长时,会发生明显的衍射现象,该装置的原理是光的衍射现象,如果屏上条纹变宽,则细丝变细,故 B、C、D 错误,A 正确。]
2. A [由 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$,可知换用更粗的头发丝,双缝间距 d 变大,则相邻两条亮纹的中央间距 Δx 变小,故 A 正确;换用红色激光照双缝,波长变长,则相邻两条亮纹的中央间距 Δx 变大,故 B 错误;增大纸板与墙面的距离 L ,则相邻两条的亮纹中央间距 Δx 变大,故 C 错误;减小光源与纸板的距离,不会影响相邻两条亮纹的中央间距 Δx ,故 D 错误。]
3. A [由题意知,C 的膨胀系数小于 G 的膨胀系数,当温度升高时,G 增长的高度大于 C 增长的高度,则劈形空气层的厚度变大,且同一厚度的空气膜向劈尖移动,则条纹向左移动,故选 A。]
4. C [牛顿环是利用了光的干涉原理,增透膜是利用光的干涉原理,光经过大头针尖时产生条纹是衍射现象,用标准平面检查光学平面的平整程度是利用光的薄膜干涉现象,综上所述,与其余三种所涉及的光学原理不同的是 C。]

5. C [单色平行光垂直照射平板玻璃,空气薄膜上、下表面的反射光发生干涉,形成干涉条纹,光程差为两块玻璃距离的两倍,根据光的干涉知识可知,同一条干涉条纹位置处各处空气层的厚度相同,光的光程差相等,即滚珠 a 的直径与滚珠 b 的相等,即滚珠 b 合格,不同的干涉条纹位置处光的光程差不同,则滚珠 a 的直径与滚珠 c 的不相等,即滚珠 c 不合格,故选 C。]

6. D [激光在不同的介质中传播时,频率相同,波长不同,激光波长与亮环周长无关,故 A、B 错误;一束激光打进一个肥皂泡(题图中未画出入射光线),在膜内向气泡内入射时,是从光密介质射向光疏介质,发现在肥皂泡内侧出现一个亮环,是因为激光在空气与肥皂膜分界面处发生了全反射,故 C 错误, D 正确。]

7. A [由题图可以看出,太阳光射入冰晶时, b 光的折射角小于 a 光的折射角,即 $r_b < r_a$,根据折射率公式 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 可知 $n_b > n_a$,故 A 正确;因为 $n = \frac{c}{v}$,所以 $v_b < v_a$,故 B 错误; $n_b > n_a$,故 $f_b > f_a$,根据 $\lambda = \frac{c}{f}$ 可知 $\lambda_b < \lambda_a$,故相同条件下 a 光的衍射现象更明显,故 C 错误;根据 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$,可知通过同一装置发生双缝干涉, b 光的相邻亮条纹间距更小,故 D 错误。]

8. D [设空气劈尖的顶角为 θ ,则有 $\tan \theta = \frac{\lambda}{\Delta x}$,故相邻亮条纹中央的距离 $\Delta x = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$,由 $\Delta x = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$ 可知,若抽掉一张纸片, θ 减小,条纹间距变大, A 错误;由 $\Delta x = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$ 可知,波长越长,条纹间距越大,由题图乙可知,单色光 a 的波长比单色光 b 的波长小, B 错误;照射同种金属发生光电效应时,由 $eU_c = E_k = h\nu - W_0$, $\nu = \frac{c}{\lambda}$ 可知波长越短,截止电压越大,因为 $\lambda_a < \lambda_b$,故单色光 a 的截止电压比单色光 b 的大, C 错误;同一条条纹对应的空气膜厚度相同,若出现题图丙所示的干涉图样,说明亮条纹滞后出现且向纸片一侧弯曲,故弯曲的干涉条纹说明被检测的平面在此处是凸起的, D 正确。]

9. BC [蓝光与红光频率不等,不能发生干涉形成条纹,故 A 错误;根据相邻干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$,由于蓝光的波长较短,故蓝光相邻条纹间距比红光相邻条纹间距小,故 B 正确;蓝光的相邻干涉条纹间距为 $\Delta x_1 = 4.4 \times 10^{-4} \text{ m}$,红光的相邻干涉条纹间距为 $\Delta x_2 = 6.6 \times 10^{-4} \text{ m}$,要使蓝光和红光的亮条纹中心重叠,可知 $\Delta x_1 \cdot m = \Delta x_2 \cdot n$, $m = 0, 1, 2, \dots$, $n = 0, 1, 2, \dots$,可知当 $\Delta x_1 \cdot m = \Delta x_2 \cdot n = 1.32 \text{ mm}$ 时,能满足条件,当 $\Delta x_1 \cdot m = \Delta x_2 \cdot n = 1.98 \text{ mm}$,不能满足条件,故 C 正确, D 错误。故选 BC。]

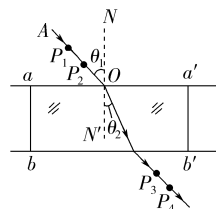
10. AD [根据光的反射对称性可知光源 S 与平面镜中的虚像距离为 $2a$,根据条纹间距公式可知 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda = \frac{l}{2a}\lambda$,故 A 正确, B 错误;若将整套装置完全浸入折射率为 n 的蔗糖溶液中,光的频率不变,则有 $\lambda f = c$, $v = \lambda_1 f = \frac{c}{n}$,其中 c 为在真空中的光速,则 $\lambda_1 = \frac{\lambda}{n}$,故 C 错误;若将整套装置完全浸入某种透明

溶液中,光屏上相邻两条亮条纹的中心间距为 Δx ,有 $\Delta x = \frac{l}{2a}\lambda_2$,可得 $\lambda_2 = \frac{2a\Delta x}{l}$,结合 C 选项的分析可知 $n' = \frac{l}{2a\Delta x}\lambda$,故 D 正确。]

课时作业(七十三)

1. 解析: (1) 确定 P_3 位置的方法是: 透过玻璃砖观察, 使 P_3 挡住 P_1 、 P_2 的像。

(2) 如图所示。



(3) 根据折射定律可得 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$, 由 $\sin \theta_1 - \sin \theta_2$ 图像可得玻璃砖的折射率 $n = \frac{1}{0.80} = 1.25$ 。

答案: (1) B (2) 图见解析 (3) 1.25

2. 解析: 刻度尺的最小刻度值为 1 mm, 由刻度尺读出 A、B 两处亮纹间的距离为 65.0 mm。由题图乙可知 $\Delta x = \frac{x_B - x_A}{10} =$

6.50 mm, 由 $\frac{\lambda}{d} = \frac{\Delta x}{L}$ 可得, $\lambda = \frac{d\Delta x}{L} = 6.50 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。如果用紫色激光重新实验, 由于紫色激光的波长较小, 并且 d 、 L 不变, 由 $\frac{\lambda}{d} = \frac{\Delta x}{L}$ 可知, 相邻亮纹的间距会变小。

答案: 65.0 6.50×10^{-7} 变小

3. 解析: (1) 应该先插光路后面的针, 否则光被挡住, 后面的针无法确定位置, 故正确的插针顺序应是 P_4 、 P_3 、 P_2 、 P_1 , 故 B 正确。

(2) 在 MP 界面上, 由几何关系可知光的入射角为 $i = 30^\circ$, 折射角为 $r = 60^\circ$, 则玻璃的折射率为 $n = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$, 故 A 正确。

(3) 入射光线与 MN 平行, 在 MP 一侧没有找到出射光线, 说明光线在 MP 上发生了全反射, 根据几何关系可以求出光线在 MN 面上的入射角, 由插针法得出折射角, 从而由折射率公式计算出折射率。

答案: (1) B (2) A (3) 激光在 MP 界面上发生了全反射 能

4. 解析: (1) 该实验中若照在毛玻璃屏上的光很弱或不亮, 可能是因为光源、单缝、双缝与遮光筒不共轴, 故 A 正确; 为获取两个单色线光源, A 处应为单缝、B 处应为双缝, 滤光片在凸透镜和 A 之间, 故 B 错误, C 正确; 若想增加从目镜中观察到的条纹数量, 则条纹间距 Δx 应减小, 根据相邻亮条纹间的距离为 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知, 应换用间距更大的双缝, 故 D 错误。

(2) 该游标卡尺的精度为 0.1 mm, 则在 M 位置时游标卡尺读数为 $x_M = 10 \text{ mm} + 9 \times 0.1 \text{ mm} = 10.9 \text{ mm}$, 相邻两亮条纹间距 $\Delta x = \frac{15.6 - 10.9}{6} \text{ mm} = \frac{47}{60} \text{ mm}$, 由 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可得所测单色

光的波长为 $\lambda = \frac{d \cdot \Delta x}{l} \approx 6.27 \times 10^{-7} \text{ m} = 627 \text{ nm}$ 。

(3) 若某次实验观察到的干涉条纹与分划板的中心刻线不平行, 在这种情况下测量相邻亮条纹间距 Δx 时, 将导致测量值

Δx 大于实际值,由 $\lambda = \frac{d \cdot \Delta x}{l}$ 可知, λ 的测量值也大于实际值。

答案:(1)AC (2)10.9 627 (3)大于

章末巩固(十三)

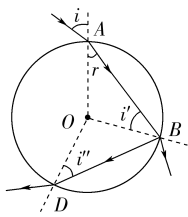
1. D [观看立体电影时要戴由偏振片制成的眼镜,由于左右两个放映窗口前的偏振片的透振方向互相垂直,因而产生的两束偏振光的偏振方向也互相垂直,这两束偏振光投射到银幕上再反射到观众,两束光的偏振方向仍然垂直,所以眼镜左右镜片透振方向的夹角是 90° ,故选 D。]

2. D [光导纤维是利用全反射现象传输信号的,内芯是光密介质,即内芯的折射率大于外套的折射率,若光源是白光且所有颜色的光在光导纤维中均能发生全反射,则所有颜色的光的传播路径完全相同,从光导纤维中射出的光仍然是白光,故 A、B 错误;题图乙中从上往下看,能看到明暗相间的条纹,是因为光发生了干涉现象,故 C 错误, D 正确。]

3. B [太阳光从左侧射入球形水滴时,入射角相同, a 光的折射角小于 b 光的折射角,根据折射定律,可知 $n_a > n_b$, 折射率大则频率高,则 a 光是紫光, b 光是红光, A 错误;由选项 A 的分析可知 $\lambda_a < \lambda_b$, 根据 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可知,用同一双缝干涉仪做光的双缝干涉实验, a 光条纹间距小于 b 光条纹间距,遇到相同的障碍物时, b 光比 a 光更容易发生明显的衍射现象, B 正确, C 错误;由 $n = \frac{c}{v}$ 得 $v_a < v_b$, D 错误。]

4. BC [双缝干涉图样的两相邻亮或暗条纹中心的间距相等,故题图乙为双缝干涉图样,衍射图样的条纹中间宽、两侧窄,故题图甲为光的单缝衍射图样,故 A 错误;由单缝衍射的特点可知,当单缝宽度不变时,入射光的波长越长,中央亮条纹越宽,因红光波长比蓝光波长长,所以红光比蓝光得到图样的中央亮条纹的宽度稍宽,故 B 正确;根据双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 可知,若将屏向远离双缝的方向移动,即 L 变大,则条纹间距将变宽,故 C 正确;用激光笔照射双缝时,若 S_1 、 S_2 到 P 点的距离差为入射光波长的整数倍,则两光波到达 P 点时的相位相同,相互加强,即为亮条纹,故 D 错误。]

5. CD [光从光密介质射向光疏介质时才可能发生全反射,因此光在 A 点由空气射入介质球,肯定不会发生全反射。如图所示,对于球上任意一点,球面法线一定过球心,设 r 为光从 A 点射入时的折射角, i' 为光从 B 点射出时的入射角,它们为等腰三角形的两底角,由光路的可逆性可知,光线在 B 点射出时 i' 不可能等于或大于临界角,即光从 B 点射出时,也不可能发生全反射,同理,在 B 点的反射光射向 D 点,从 D 点射出时也不会发生全反射,故选 CD。]



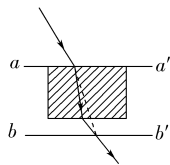
6. 解析:(1)为了使作图误差更小,应选用两光学表面间距大的玻璃砖, A 正确;根据折射定律可知,如果两个光学面不平行,不影响入射角与折射角的值,所以对折射率的测定结果不产生影响, B 错误;为了准确测量光路图,应选用较细的大头针来完成实验,若选用粗的大头针完成实验,容易出现观察误差,从而造成测量误差, C 错误;插在玻璃砖同侧的两枚大头针之间的距离应适当大些,引起的角度误差会减小, D 正确。

(2)由题图可知,选用的玻璃砖两光学表面平行,则入射光线应

与出射光线平行, B、C 错误;又光线在玻璃砖中与法线的夹角应小于光线在空气中与法线的夹角, A 错误, D 正确。

$$(3) \text{由折射定律可知 } n = \frac{\sin \angle AOC}{\sin \angle BOD} = \frac{\frac{AC}{AO}}{\frac{BD}{BO}} = \frac{AC}{BD}.$$

(4)如图,甲同学在测定折射率时,作出的折射光线如图中虚线所示,实线表示实际光线,可见测量的折射角偏大,则由折射定律 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 可知,测量的折射率 n 比真实值偏小。



用题图②测折射率时,只要操作正确,折射率的测量值与玻璃砖形状无关,故乙同学测得的折射率与真实值相比不变。

答案:(1)AD (2)D (3) $\frac{AC}{BD}$ (4)偏小 不变

7. 解析:(1)由折射定律可知,全反射的临界角满足 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$

设未滴油时, O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光圆的半径为 r ,由几何关系可知 $\sin C = \frac{r}{\sqrt{r^2 + d^2}}$

$$\text{代入数据解得 } r = \frac{4\sqrt{5}}{5} \text{ mm}$$

$$\text{根据 } S = \pi r^2$$

所以未滴油时, O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光面积为 $S \approx 1.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ 。

(2)当光从 O 点垂直于盖玻片的上表面入射时,传播的时间最短,则未滴油滴时,光从 O 点传播到物镜的最短时间为 $t_1 = \frac{d}{v} + \frac{h}{c} = \frac{d}{\frac{c}{n}} + \frac{h}{c} = \frac{nd + h}{c}$

滴油滴后,光从 O 点传播到物镜的最短时间为 $t_2 = \frac{d}{v} + \frac{h}{v} =$

$$\frac{d}{\frac{c}{n}} + \frac{h}{\frac{c}{n}} = \frac{n(d+h)}{c}$$

$$\text{故 } t_2 - t_1 = \frac{(n-1)h}{c} = \frac{0.5 \times 0.2 \times 10^{-3}}{3.0 \times 10^8} \text{ s} \approx 3.3 \times 10^{-13} \text{ s}.$$

答案:(1) $1.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ (2) $3.3 \times 10^{-13} \text{ s}$

课时作业(七十四)

1. A [温度是分子平均动能的标志,物体的温度越高,分子热运动越剧烈,分子的平均动能越大,故 A 正确;悬浮在液体中小微粒的无规则运动称为布朗运动,液体分子的无规则运动称为热运动,故 B 错误;根据内能的定义可知,内能是物体中所有分子热运动动能和分子势能的总和,故 C 错误;从微观角度可知,气体压强不仅与分子的平均动能有关,还与分子的密集程度有关,故 D 错误。]

2. B [仅将释放位置升高,则豆粒到达秤盘上的速度变大,即豆粒到达秤盘后的动量变化量变大,由动量定理有 $Ft = \Delta p$, 所以其作用力变大,即指针示数变大,故 A 错误;仅将释放位置升高,豆粒到达秤盘的速度变大,即气体分子的速率变大,因为温度升高,气体分子的平均动能增大,所以可模拟温度升高对气体压强的影响,故 B 正确;仅增加豆粒的数量,即气体分子的数密度增大,所以可模拟体积减小对气体压强的影响,故 C、D 错误。]

3. **B** [将糖果瓶带入温暖的车厢内一段时间后,温度升高,而理想气体内能只与温度相关,则内能变大,故 A 错误;将糖果瓶带入温暖的车厢过程,气体做等容变化,根据 $\frac{p}{T}=C$,因为温度升高,则压强变大,故 B 正确;气体分子数量不变,气体体积不变,则分子的数密度不变,故 C 错误;温度升高,气体分子的平均动能增大,但不是每个分子的动能都增大,故 D 错误。]
4. **B** [水龟可以停在水面是因为水的表面张力,故 A 错误;水银的表面张力比较大,同时水银不浸润玻璃,这就导致了水银在玻璃容器中会尽可能地减小表面积,从而形成球状,故 B 正确;当一根内径很细的管垂直插入液体中,浸润液体在管内上升,而不浸润液体在管内下降,故 C 错误;拖拉机锄松土壤,是为了破坏毛细现象减少水分蒸发,故 D 错误。]
5. **A** [设大气层中气体的质量为 m ,由大气压强产生的原理可得 $mg = p_0 S$,即 $m = \frac{p_0 S}{g}$,分子数 $n = \frac{m N_A}{M} = \frac{p_0 S N_A}{Mg} = \frac{4\pi p_0 N_A}{Mg} R^2$,故选 A。]
6. **D** [液晶是介于晶体和液体之间的中间态,既具有液体的流动性,又具有晶体光学性质的各向异性,故 A、B 错误;不通电时,即在自然条件下,液晶层中的液晶分子无规则排列,入射光在液晶层发生了漫反射,穿过玻璃的光线少,所以像不透明的毛玻璃,通电时,液晶分子迅速从无规则排列变为有规则排列,垂直于玻璃入射的入射光在通过液晶层后按原方向传播,故 C 错误,D 正确。]
7. **A** [用沸水浇右瓶时,装置内气体的温度升高,所以内能增大,故 A 正确;水能喷出的原因是装置内气体的压强增大,故 B 错误;装置内气体的温度升高,气体分子的平均动能增大,但并不是所有分子的动能都增大,故 C 错误;水喷出时有动能,故装置内气体对水做的功等于水动能的增量和重力势能的增量之和,故 D 错误。]
8. **C** [根据题意,一定质量的理想气体,甲、乙两个状态下气体的体积相同,所以分子数密度相同、分子的平均距离相同,故 A、B 错误;根据题图可知,乙状态下气体速率大的分子占比较多,则乙状态下气体温度较高,则平均动能大,故 C 正确;乙状态下气体平均速率大,分子数密度与甲状态相等,则单位时间内撞击容器壁次数较多,故 D 错误。]
9. **AC** [当分子间的距离等于平衡位置的距离时,分子势能最小,所以虚线为分子势能图线(E_p-r 图线),实线为分子间的作用力图线($f-r$ 图线),故 A 正确;当 $r < r_2$ 时,甲、乙两分子间的作用力表现为斥力,随 r 减小而增大,故 B 错误;乙分子从 r_4 到 r_2 ,分子间的作用力(表现为引力)先增大后减小,根据牛顿第二定律可知,乙分子做加速度先增大后减小的加速运动,乙分子从 r_2 到 r_1 ,分子间的作用力(表现为斥力)一直增大,根据牛顿第二定律可知,乙分子做加速度增大的减速运动,故 C 正确;根据分子势能图线可知,乙分子从 r_4 到 r_1 的过程中,分子势能先减小后增大,在 r_2 位置时分子势能最小,故 D 错误。]

课时作业(七十五)

1. **B** [对容器中的所有氧气,根据等温变化(玻意耳定律)有 $4p_0 V = p(V + \frac{V}{2})$,解得 $p = \frac{8}{3} p_0$,故选 B。]
2. **C** [根据理想气体状态方程 $p \frac{V}{T} = C$ 可知,压强 p 保持不变

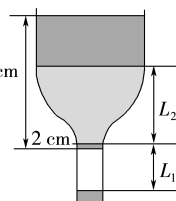
时,温度升高,则气体体积变大,单位体积内的气体分子数 n 减小,反之, n 变大,A 错误;如果 $\frac{p}{T}$ 增大,则气体体积减小,则 n 增大,B 错误;压强 p 不变时,体积的变化量 ΔV 与热力学温度的变化量 ΔT 成正比,C 正确;如果 n 保持不变,则气体体积不变, $\frac{p}{T}$ 比值不变,温度 T 可能变化,D 错误。]

3. **AC** [从气缸顶部与活塞开始分离到活塞与气缸顶部的距离为气缸高度的四分之一,气体为等压降温过程,则有 $\frac{LS}{T_1} = \frac{\frac{3}{4}LS}{T_0}$,解得 $T_1 = \frac{4}{3} T_0$,故 A 正确,B 错误;从活塞与气缸顶部接触到气缸顶部与活塞分离,气体的体积不变,温度降低,压强减小,则 $\frac{p_1}{2T_0} = \frac{p_2}{T_1}$,对气缸有 $p_2 S + Mg = p_0 S$,联立解得 $p_1 = \frac{3}{2} (p_0 - \frac{Mg}{S})$,故 C 正确,D 错误。]

4. **A** [由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 得 $p = \frac{C}{V} T$ 或者得 $\frac{p}{T} = C \frac{1}{V}$,恢复原状态过程,体积变大,气体对外做功,温度降低,则随温度降低, $p-T$ 图线中切线斜率 $k = \frac{C}{V}$ 应变小,而 $\frac{p}{T} - \frac{1}{V}$ 图线斜率不变,应为过原点的倾斜向上的直线,故 B、C、D 错误,A 正确。]

5. **C** [管内封闭气柱的压强恒等于外界大气压与水银柱因自身重力而产生的压强之和,因外界大气压不变,则管内气体做等压变化,根据等压变化(盖-吕萨克定律)可知 $\frac{V}{T} = \frac{V + \Delta V}{T + \Delta T}$,整理可得 $\Delta V = \frac{\Delta T}{T} V$,因 A、B 管中的封闭气体初始温度相同,温度变化 ΔT 也相同,且 $\Delta T < 0$,则有 $\Delta V < 0$,即 A、B 管中的封闭气体体积均减小,又因为 $H_1 > H_2$,即初始时 A 管中气体体积较大,所以 $\Delta V_A > \Delta V_B$,即 A 管中气体长度减少得多一些,故两管中气柱上方水银柱均向下移动,A 管中水银柱移动较多,故 C 正确。]

6. **C** [由于封闭气体温度不变,所以为等温变化,由题图乙知最终封闭气体长度为 4 cm,由玻意耳定律得 $p \times 4 \text{ cm} \times S_1 = 11.36 \times 10^4 \text{ Pa} \times 6 \text{ cm} \times S_1$,解得 $p \approx 1.704 \times 10^5 \text{ Pa}$,设最终水银液柱总高度为 L' ,根据 $p_0 + \rho_{\text{水银}} g L' = p$,解得 $L' \approx 52 \text{ cm}$,如图所示,则注入水银的体积为 $V = (6 \text{ cm} - 4 \text{ cm}) S_1 + (52 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 10 \text{ cm}) S_2 = 122 \text{ cm}^3$,故选 C。]



7. **BD** [在标准大气压 p_0 下,设进入玻璃管 b 的液柱高度为 h ,则封闭气体的压强为 $p_1 = p_0 - \rho g h$,由于 b 管中气体的体积可忽略不计,则温度发生变化时,封闭气体可视为等容变化,由公式 $\frac{p}{T} = C$ (C 为常量)可知,温度升高时,封闭气体的压强增大,则 b 管中液面降低,反之,温度降低时,封闭气体的压强减小, b 管中液面升高,A 错误,B 正确;水槽中的水少量蒸发后,水槽中的液面高度降低,则 b 管内液面的高度也降低,由 A、B 选项的分析可知,温度的测量值偏大,C 错误,D 正确。]
8. 解析:(1)活塞从卡销 a 运动到卡销 b ,对密封气体由玻意耳定

律有 $p_0 V_0 = p_1 V_1$, 其中 $V_1 = \frac{10}{11} V_0$

外力增加到 200 N 时, 对活塞由力的平衡条件有

$$p_0 S + F = p_1 S + N$$

联立并代入数据解得卡销 b 对活塞支持力的大小为 $N = 100 \text{ N}$ 。

(2) 当活塞刚好能离开卡销 b 时, 对活塞有

$$p_0 S + F = p_2 S$$

从开始升温至活塞刚好能离开卡销 b , 对密封气体, 由查理定

$$\text{律有 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

联立并代入数据解得活塞刚好能离开卡销 b 时密封气体的温度为 $T_2 = \frac{3600}{11} \text{ K}$ 。

答案: (1) 100 N (2) $\frac{3600}{11} \text{ K}$

课时作业(七十六)

1. C [设至少需要把气囊完全按压 n 次, 才能有水从出水管流出, 设大气压强为 p_0 , 水桶内气体体积为 V_0 , 气囊体积为 V_1 , 根据等温变化有 $p_0 (V_0 + nV_1) = p_1 V_0$, 其中 $p_0 = \rho gh = 9\rho g \text{ (Pa)}$, $V_0 = \pi \left(\frac{24}{2}\right)^2 \times (35 - 5) \text{ cm}^3 = 4320\pi \text{ cm}^3$, $V_1 = \pi \left(\frac{6}{2}\right)^2 \times 8 \text{ cm}^3 = 72\pi \text{ cm}^3$, $p_1 = \rho g (h + 0.35 \text{ m} - 0.05 \text{ m} + 0.1 \text{ m}) = 9.4\rho g \text{ (Pa)}$, 解得 $n = \frac{8}{3}$, 故至少需要把气囊完全按压 3 次, 故 A、B、D 错误, C 正确。]

2. 解析: (1) 缓慢将汲液器竖直提出液面的过程, 封闭气体发生等温变化, 根据玻意耳定律有

$$p_1 (H - x) S_1 = p_2 H S_1$$

根据题意可知 $p_1 = p_0$, $p_2 + \rho gh = p_0$

联立解得 $x = 2 \text{ cm}$ 。

(2) 对新进入的气体和原有的气体整体分析, 由玻意耳定律有

$$p_0 V + p_2 H S_1 = p_3 \left(H S_1 + \frac{h}{2} S_2 \right)$$

$$\text{又 } p_3 + \rho g \cdot \frac{h}{2} = p_0$$

联立解得 $V = 8.92 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ 。

答案: (1) 2 cm (2) $8.92 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

3. 解析: (1) 抽气后, A 的体积变为

$$V_A = 2Sl - \frac{3}{4} Sl = \frac{5}{4} Sl$$

对 A 中气体根据玻意耳定律有

$$p_0 Sl = p_A \cdot \frac{5}{4} Sl$$

$$\text{解得 } p_A = \frac{4}{5} p_0$$

对 B 中气体同理可得

$$\frac{1}{2} p_0 Sl = p_B \cdot \frac{3}{4} Sl$$

$$\text{解得 } p_B = \frac{2}{3} p_0$$

(2) 抽气后, 对隔板根据平衡条件有

$$p_A S = p_B S + k \cdot \frac{1}{4} l$$

结合(1)问解得 $k = \frac{8p_0 S}{15l}$ 。

答案: (1) $\frac{4}{5} p_0$ $\frac{2}{3} p_0$ (2) $\frac{8p_0 S}{15l}$

4. 解析: (1) 选取钢瓶内氧气整体作为研究对象, 钢瓶内氧气体积 $V_1 = 10 \text{ L}$, $p_1 = 3.6 \times 10^6 \text{ Pa}$

分装 n 个氧气袋后 $V_2 = (V_1 + nV_0)$

分装过程氧气发生等温变化, 根据玻意耳定律有

$$p_1 V_1 = p_2 V_2,$$

其中 $V_0 = 5 \text{ L}$, $p_2 = 1.2 \times 10^6 \text{ Pa}$

联立解得 $n = 4$ 。

(2) 选取氧气袋内 $p_2 = 1.2 \times 10^6 \text{ Pa}$ 的氧气整体作为研究对象, 设气压降至 $p_3 = 1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ 时氧气的体积为 V , 用气过程是等温变化, 根据玻意耳定律得 $p_2 V_0 = p_3 V$, 解得 $V = \frac{6}{5} V_0$ 。

用去气体的体积为 $\Delta V = \frac{6}{5} V_0 - V_0 = \frac{1}{5} V_0$

所以用去的气体的质量与原来气体总质量之比为 $\frac{\Delta m}{m} = \frac{\rho \Delta V}{\rho V} =$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{6}。$$

答案: (1) 4 个 (2) $\frac{1}{6}$

课时作业(七十七)

1. A [理想气体的温度不变, 则内能不变, 气体分子的平均动能不变, B、C、D 错误; 气球上升过程中, 球内气体压强减小, 由玻意耳定律可知气体体积增大, 对外做功, A 正确。]
2. A [皮球体积变大, 气体膨胀, 对外界做功, 故 A 正确; 太阳曝晒使气体温度升高, 是外界对气体传热(气体吸热), 而非气体向外界传递热量, 故 B 错误; 皮球未漏气, 分子总数不变, 体积变大, 分子的数密度减小, 故 C 错误; 温度升高, 分子平均动能增大, 但并非每个分子的速率都增大, 只是“平均”情况, 故 D 错误。]
3. D [状态 a 、 b 的温度相同, 则在状态 a 的内能等于在状态 b 的内能, A 错误; 状态 a 、 b 的温度相同, 状态 b 的压强较大, 则体积较小, 则分子间平均距离在状态 a 时大于在状态 b 时, B 错误; 在 $a \rightarrow b$ 的过程中, 体积减小, 则外界对气体做功, C 错误; 在 $c \rightarrow a$ 的过程中, 气体体积不变, 即 $W = 0$, 温度降低, 内能减小, 即 $\Delta U < 0$, 则根据热力学第一定律可知 $Q < 0$, 即气体向外界放热, D 正确。]
4. D [根据题意可知, 活塞从 a 到 b 的过程中, 气缸内气体温度降低, 则内能减小, 体积减小, 压强不变, 故 A、B 错误; 根据题意可知, 活塞从 b 到 a 的过程中, 气缸内气体温度不变, 则内能不变, 体积增大, 根据玻意耳定律 $pV = C$ 可知, 压强减小, 故 C 错误, D 正确。]
5. BD [根据热力学第二定律, 热量不能自发地从低温物体传到高温物体, 必须借助于其他系统做功, 故 A 错误, B 正确; 热力学第一定律是热现象中内能与其他形式能的转化规律, 是能量守恒定律的具体表现, 适用于所有的热学过程, 故 C 错误; 压缩机工作时会发热, 将一部分电能转化为内能消耗掉, 这种影响无法消除, 故 D 正确。]
6. B [初始时活塞静止, 缓慢倒置气缸后, a 部分气体体积减小, b 部分气体体积增大, 故 a 的压强增大, b 的压强减小, 由于是绝热气缸和绝热活塞, 则 $Q = 0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U = W$, 可得 $\Delta U_a > 0$, $\Delta U_b < 0$, 则 a 的温度升高, b 的温度降低, b 的气体分子的平均速率减小, 并不是所有分子速率均减小, 故 A、C

错误,B正确;由于不知初始状态, a 、 b 两部分气体的压强以及弹簧处于哪种状态,所以无法判断倒置气缸后弹簧弹力的变化,D错误。]

7. AD [1→2为绝热过程, $Q=0$,气体体积减小,外界对气体做功, $W>0$,由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知 $\Delta U>0$,气体内能增加,A正确;2→3为等压膨胀过程, $W<0$,由等压变化(盖-吕萨克定律)可知气体温度升高,内能增加,即 $\Delta U>0$,由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知 $Q>0$,气体从外界吸热,B错误;3→4过程为绝热过程, $Q=0$,气体体积增大, $W<0$,由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知 $\Delta U<0$,气体内能减少,C错误;4→1过程中,气体做等容变化, $W=0$,又压强减小,则由查理定律可知气体温度降低,内能减少,即 $\Delta U<0$,由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知 $Q<0$,气体对外放热,D正确。]

8. CD [温度是分子热运动平均动能的标志,所以乒乓球内气体温度升高后分子热运动的平均动能增大,但不是每个气体分子的动能都增大,故A错误;乒乓球恢复成原来的圆球形的过程中,气体体积增大,对外做功,即 $W<0$,故B错误;气体的温度升高,则内能增大,即 $\Delta U>0$,根据热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知 $Q>0$,即气体从外界吸收热量,故C正确;乒乓球恢复成原来的圆球形过程,初态温度为 $T_1=300\text{ K}$,末态温度为 $T_2=360\text{ K}$,根据理想气体状态方程有 $\frac{p_1 V_1}{T_1}=\frac{p_2 V_2}{T_2}$,解得 $p_2=1.26\times 10^5\text{ Pa}$,故D正确。]

9. 解析:(1)设容器内气体初、末状态体积分别为 V_0 、 V ,末状态温度为 T ,由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_0}{T_0}=\frac{V}{T}$

$$\text{其中 } V_0=Sh, V=S\left(h+\frac{h}{5}\right)$$

$$\text{联立解得 } T=\frac{6}{5}T_0。$$

(2)设此过程中容器内气体吸收的热量为 Q ,外界对气体做的功为 W ,由热力学第一定律得 $\Delta U=Q+W$

$$\text{其中 } \Delta U=C(T-T_0), W=-(mg+p_0S)\frac{1}{5}h$$

$$\text{联立解得 } Q=\frac{1}{5}(CT_0+mgh+p_0Sh)。$$

$$\text{答案: (1)}\frac{6}{5}T_0 \quad (2)\frac{1}{5}(CT_0+mgh+p_0Sh)$$

课时作业(七十八)

1. AB [在估测油酸分子的大小时,可以把油酸分子简化为球形处理,并认为它们紧密排布,A正确;分子在永不停息地做热运动,所以油膜的形状稳定后,油酸分子仍然在做热运动,B正确;计算油膜面积时,根据画有油膜轮廓的玻璃板上的坐标方格,计算轮廓范围内正方形的个数,不足半格的舍去,多于半格的算一个,C错误;为了使油酸充分展开,获得一块单分子油膜,需要将油酸在酒精中稀释后再滴入水中,故油酸酒精溶液更容易在水面形成单分子油膜,D错误。]

2. 解析:(1)轮廓包围方格约为71个,故油酸薄膜的面积 $S=71a^2$ 。

$$(2)\text{每滴溶液中含有纯油酸的体积 } V_n=\frac{V_0}{n}\cdot\frac{V_2}{V_1}$$

$$\text{油酸分子的直径 } d=\frac{V_n}{S}=\frac{V_0 V_2}{n S V_1}。$$

(3)如果油膜中含有大量未溶解的酒精,则油酸的实际面积比统计面积小,计算时采用统计的油酸面积 S 偏大,由 $d=\frac{V}{S}$ 可

知,油酸分子直径 d 的计算值将比真实值偏小,故A错误;如果计算油膜面积时,舍去了所有不足一格的方格,则统计的油膜面积偏小,计算结果将偏大,故B正确;用注射器和量筒测 V_0 体积溶液滴数时多记录了几滴,则每一滴油酸酒精溶液所含纯油酸的体积的测量值偏小,计算结果将偏小,故C错误;如果水面上爽身粉撒得太多,油膜没有充分展开,则统计的油膜面积要比充分展开的油膜面积小,计算结果将偏大,故D正确。

$$\text{答案: (1)}71a^2(70a^2\sim 72a^2\text{ 均正确}) \quad (2)\frac{V_0 V_2}{n S V_1} \quad (3)BD$$

3. 解析:(1)“用油膜法估测油酸分子的大小”实验步骤为:配制油酸酒精溶液→测定一滴油酸酒精溶液的体积→准备浅水盘→形成油膜→描绘油膜边缘→测量油膜面积→计算分子直径,故正确的实验步骤排列顺序是⑤①④②③。

(2)应用油膜法测分子直径,其实验原理是将油酸分子看成是球形的,测出油酸的体积,然后让油酸在水面上形成单分子油膜,测出油膜的面积,油酸的体积除以油膜的面积就是油膜的厚度,即油酸分子的直径,该方法采用了理想模型法。

$$(3)\text{一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积 } V=\frac{1}{250}\times\frac{1}{50}\times 10^{-6}\text{ m}^3=8\times 10^{-11}\text{ m}^3, \text{油酸分子直径 } d=\frac{V}{S}=\frac{8\times 10^{-11}}{0.17}\text{ m}\approx 5\times 10^{-10}\text{ m}。$$

$$\text{答案: (1)}\textcircled{5}\textcircled{1}\textcircled{4}\textcircled{2}\textcircled{3} \quad (2)B \quad (3)5\times 10^{-10}$$

4. 解析:(1)注射器活塞的横截面积 $S=\frac{V}{L}=\frac{50-40}{1}\text{ cm}^2=10\text{ cm}^2$ 。

(3)根据受力平衡可得 $p_0 S=p_2 S+mg$,解得气体压强的表达式为 $p_2=p_0-\frac{mg}{S}$ 。

(5)根据玻意耳定律可得 $p_0 V_0=p_2 V=(p_0-\frac{mg}{S})V$,整理可得 $m=-\frac{p_0 S V_0}{g}\times\frac{1}{V}+\frac{p_0 S}{g}$,结合 $m-\frac{1}{V}$ 图像可得 $\frac{p_0 S V_0}{g}=\frac{b}{a}$, $\frac{p_0 S}{g}=b$,解得 $V_0=\frac{1}{a}$, $p_0=\frac{bg}{S}$ 。

$$\text{答案: (1)}10 \quad (3)p_0-\frac{mg}{S} \quad (5)\frac{1}{a} \quad \frac{bg}{S}$$

5. 解析:(1)在实验误差允许范围内,题图乙中的拟合图线为一条过原点的直线,说明在等温情况下,一定质量的气体, p 与 $\frac{1}{V}$ 成正比,故选B。

(2)若气体被压缩到 $V=10.0\text{ mL}$,则有 $\frac{1}{V}=\frac{1}{10.0}\text{ mL}^{-1}=100\times 10^{-3}\text{ mL}^{-1}$,由题图乙可读出此时封闭气体压强为 $p=2.04\times 10^5\text{ Pa}$ 。

(3)某组同学进行实验时,正确记录数据时为 $p(V_0+\Delta V)$,一同学在记录数据时漏掉了 ΔV ,该数据记为 pV_0 ,则计算结果之差的绝对值为 $p(V_0+\Delta V)-pV_0=p\Delta V$,由于 ΔV 为定值,可知随 p 的增大计算结果之差的绝对值会增大。

$$\text{答案: (1)}B \quad (2)2.04\times 10^5 \quad (3)\text{增大}$$

章末巩固(十四)

1. C [题图甲中水黾停在水面上是因为水的表面张力作用,选项A错误;题图乙中石英晶体有固定的熔点,而玻璃是非晶体,没有固定的熔点,选项B错误;题图丙中水银在玻璃上形成“圆珠状”的液滴,说明水银不浸润玻璃,选项C正确;题图丁中组成晶体的微粒对称排列,形成很规则的几何空间点阵,因此

表现为各向异性,选项D错误。]

2. B [“茶香四溢”是扩散现象,故C、D错误;茶香四溢是因为茶水的“香味”分子不停地做无规则运动,扩散到空气中,故A错误;温度越高,分子的无规则运动越剧烈,所以茶水温度越高,分子的热运动越剧烈,茶香越浓,故B正确。]

3. D [由题图甲可知,①中速率大的分子占据比例较大,说明状态①对应的温度较高,故A错误;由题图乙可知, PV 乘积不变,温度不变,即状态A与状态B的温度相同,故B错误;由题图丙可知,当分子间的距离 $r > r_0$ 时,分子间的作用力随分子间距离的增大先增大后减小,故C错误;由题图丁可知,在 r 由 r_1 到 r_2 的过程中,分子势能一直减小,则分子力做正功,故D正确。]

4. D [瓶塞跳出的过程中瓶内的气体对外做功,气体体积迅速膨胀,由于该过程的时间比较短,可知气体来不及吸收热量,根据热力学第一定律可知,气体的内能减小,则温度降低,由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 可知,气体压强减小,故选D。]

5. C [气体在等压膨胀过程中由受力平衡,有 $1.5p_0S=p_0S+Mg$,解得 $M=\frac{p_0S}{2g}$,故A错误; $p-T$ 图像斜率正比于容积的倒数,所以 $b \rightarrow c$ 过程中气体对外做功, c 状态后停止对外做功,则 b 到 c 推动活塞运动的距离为 $\frac{H}{2}$,故 $b \rightarrow c$ 过程,气体对外做功 $W=1.5p_0S \cdot \frac{H}{2}=\frac{3}{4}p_0SH$,故B错误;在 $a \rightarrow d$ 全过程中,由理想气体状态方程,有 $\frac{p_0V_0}{T_0}=\frac{2p_0 \cdot 2V_0}{T_d}$,由题目条件可知气体内能的变化量 $\Delta U=\alpha(T_d-T_0)=3\alpha T_0$,故C正确;从 $a \rightarrow d$ 全过程,气体对外做功,根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 可知,气体吸收的热量大于其内能的增加量,故D错误。]

6. BD [微粒越小,布朗运动越明显,温度越高,布朗运动越剧烈,A错误;根据热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$,外界对一定质量的气体做正功,气体的内能可能减小,可能增加,可能不变,B正确;如图所示,当分子间的距离减小时,如果开始时刻分子间的距离大于平衡距离,则分子间作用力可能减小,也可能先增大后减小,如果开始时刻分子间的距离小于平衡距离,则分子间作用力增大,C错误;温度是分子热运动平均动能的标志,物体的温度越高,其分子平均动能一定越大,D正确。]

7. ACD [A $\rightarrow$ B过程,体积不变,则 $W=0$,温度升高,则 $\Delta U>0$,根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$,可知 $Q>0$,即该过程吸热,选项A正确;B $\rightarrow$ C过程,温度不变,则 $\Delta U=0$,体积减小,则 $W>0$,根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$,可知 $Q<0$,即该过程为放热过程,选项B错误;A $\rightarrow$ B过程,体积不变,温度升高,根据 $\frac{pV}{T}=C$ 可知,压强变大,即状态A压强比状态B压强小,选项C正确;状态A的温度低于状态C的温度,可知状态A的内能比状态C的小,选项D正确。]

8. AD [设理想气体初始状态的压强、体积和温度分别为 $p_1=p_0, V_1=V_0, T_1=300\text{ K}$,等容过程后为状态二,有 $V_2=V_0, T_2=400\text{ K}$,等压过程后为状态三,有 $p_3=p_0, T_3=400\text{ K}$,由理想气体状态方程可得 $\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2}=\frac{p_3V_3}{T_3}$,解得 $p_2=\frac{4}{3}p_0$,

$V_3=\frac{4}{3}V_0$,等压过程中,气体体积增加了原体积的 $\frac{1}{3}$,C错误;等容过程中气体做功为0,由热力学第一定律可知, $\Delta U=W+Q=400\text{ J}$,两个过程的初末温度相同即内能变化相同,因此内能都增加了400 J,D正确;等压过程内能增加了400 J,吸收热量为600 J,由热力学第一定律可知气体对外做功为200 J,即做功的大小为 $W=p_0\left(\frac{4}{3}V_0-V_0\right)=200\text{ J}$,解得 $V_0=6\text{ L}$,A正确,B错误。]

9. 解析:(1)实验操作中,除了保证封闭气体的温度恒定,还需保证封闭气体的质量不变,即保证装置气密性。为此,在封入气体前,应在活塞上均匀涂抹润滑油,防止气体泄漏。

(2)产生这一现象的可能原因是注射器存在漏气现象。

(3)测量时,注射器与压强传感器连接部分气体的体积未计入,纵轴存在截距 $-V_0$,软管脱落后,气体向外漏出, p 的测量值偏小,相应的横坐标 $\frac{1}{p}$ 偏大,但左侧的延长线与纵轴的交点仍为 $-V_0$,故前后两条线相交在此处,故选D。

(4)在A $\rightarrow$ B过程中,气体体积减小,温度不变,压强增大,气体分子单位时间内对器壁单位面积撞击的次数增加,气体分子的平均动能不变。

由热力学第一定律可知,在B $\rightarrow$ C的过程中气体体积不变,对外界做功 $W_1=0$,在C $\rightarrow$ D的过程中温度不变,内能不变,体积增大,气体吸收热量为 Q_2 ,对外界做功 $W_2=Q_2$,则该气体在B $\rightarrow$ C $\rightarrow$ D过程中对外界做的总功等于 $W_1+W_2=Q_2$ 。

根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 可知,气体的温度越高,压强与体积的乘积 pV 的值越大,所以由题图丙可知 $T_D>T_A$,气体分子运动速率的统计规律为:中间多,两头少,温度升高,峰值向速率较大的方向移动,故状态D对应的是曲线②。

答案:(1)封闭气体的质量 在活塞上均匀涂抹润滑油 (2)注射器存在漏气现象 (3)D (4)增加 不变 Q_2 (2)

10. 解析:(1)金属液刚好充满铸型室时,有 $h_1S_1=h_2S_2$

代入数据解得 $h_2=0.05\text{ m}$

则气室内气体的压强 $p_1=p_0+\rho g(h_1+H+h_2)$

代入数据解得 $p_1=1.2 \times 10^5\text{ Pa}$

(2)设注气后气室金属液液面下降的高度为 h_4 ,则有

$h_3S_1=h_4S_2$

解得 $h_4=0.01\text{ m}$

由于注气过程中铸型室内温度不变,则对铸型室内气体,由玻意耳定律有 $p_0S_1h_1=p'S_1(h_1-h_3)$

解得注气后铸型室内气体的压强

$p'=1.25 \times 10^5\text{ Pa}$

所以注气后气室内气体压强

$p_2=p'+\rho g(h_3+H+h_4)$

解得 $p_2=1.35 \times 10^5\text{ Pa}$

答案:(1)0.05 m $1.2 \times 10^5\text{ Pa}$ (2) $1.35 \times 10^5\text{ Pa}$

11. 解析:(1)设充入的气体在该室温环境下压强为 p_0 时的体积为 ΔV ,则充气过程由玻意耳定律有 $p_0V_0+p_0\Delta V=4p_0V_0$

解得 $\Delta V=3V_0$ 。

(2)打开喷水口阀门后,容器内密封气体的压强、体积、温度都将发生变化,设气体在状态M时的热力学温度为 T_0 ,在状态N时的热力学温度为 T_1 ,则由理想气体状态方程有

$$\frac{4p_0V_0}{T_0}=\frac{p_1V_1}{T_1}$$

$$\text{解得 } \frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{4 p_0 V_0}.$$

(3)由题图乙可知气体在状态 N 的温度 T_1 大于在状态 N' 的温度 T'_1 , 则气体从 $M \rightarrow N$ 的温度的降低量 ΔT 小于气体从 $M \rightarrow N'$ 的温度的降低量 $\Delta T'$, 气体从 $M \rightarrow N$ 的内能的减少量 ΔU 小于气体从 $M \rightarrow N'$ 的内能的减少量 $\Delta U'$, 由于 p - V 图像与坐标轴围成图形的面积表示气体做功, 则气体从 $M \rightarrow N$ 对外界做的功 W 大于气体从 $M \rightarrow N'$ 对外界做的功 W' , 而气体从 $M \rightarrow N'$ 为绝热变化, 即 $Q=0$, 由热力学第一定律 $\Delta V=W+Q$, 可知题图乙中沿实线从 M 到 N 的过程吸热。

答案: (1) $3V_0$ (2) $\frac{p_1 V_1}{4 p_0 V_0}$ (3) 吸热

课时作业(七十九)

- B** [由于原子中大部分是空的, 故大部分 α 粒子会沿直线通过, 所以在位置 3 接收到的 α 粒子最多, 故 A 错误; 在位置 1 接收到 α 粒子, 说明 α 粒子发生了大角度偏转, 可以推出正电荷不可能均匀分布在原子内, 故 B 正确; 由题图看出, 位置 2 接收到的 α 粒子偏转程度没有位置 1 的大, 所以位置 1 接收到的 α 粒子比位置 2 接收到的 α 粒子所受金原子核斥力的冲量大, 故 C 错误; 若正电荷均匀分布在原子内, 则 1、2 位置几乎接收不到 α 粒子, 3 位置接收得最多, 故 D 错误。]
- B** [原子核衰变释放能量, 根据爱因斯坦质能方程可知, 存在质量亏损, 则新核总质量小于原核质量, A 错误; 根据半衰期的定义可知, 大量某种放射性元素的原子核经过一个半衰期后有半数发生衰变, B 正确; 放射性元素衰变的快慢是由核内部自身的因素决定的, 跟原子所处的化学状态和外部条件没有关系, C、D 错误。]
- A** [由质量数守恒可知, Y 是电子, 碘 131 发生的是 β 衰变, A 正确; 由电荷数守恒可知, X 的电荷数为 54, 碘 131 原子核内的中子数为 $131-53=78$, X 粒子的原子核内中子数为 $131-54=77$, 碘 131 的原子核内中子数比 X 粒子的原子核内中子数多一个, B、D 错误; 半衰期不受外界环境及化学状态的影响, 则碘 131 在玫瑰红钠盐和马尿酸钠中的半衰期相同, C 错误。]
- D** [由半衰期定义可知 $\frac{1}{6}m = \frac{2}{3}m \times \left(\frac{1}{2}\right)^n$, 解得 $n=2$, 即 t_2-t_1 时间内经过 2 个半衰期, 故半衰期 $\tau = \frac{t_2-t_1}{2}$, D 项正确。]
- D** [原子核发生衰变时, 剩余质量 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$, 经过 43.2 年剩余钚 238 的质量与初始质量的比值为 $\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{43.2}{86.4}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707$, 故选 D。]
- C** [设 Y 的电荷数为 y , 根据电荷数守恒, 有 $y+95=119+0$, 可得 $y=24$, 即 Y 为 ${}_{24}^{54}\text{Cr}$; 根据质量数守恒, 有 $54+243=A+2$, 可得 $A=295$, 故选 C。]
- B** [大量处于 $n=3$ 能级的氢原子向低能级跃迁时, 能够辐射出不同频率的光子种类为 $C_3^2=3$ 种, 辐射出光子的能量分别为 $\Delta E_1=E_3-E_1=-1.51\text{ eV}-(-13.6\text{ eV})=12.09\text{ eV}$, $\Delta E_2=E_3-E_2=-1.51\text{ eV}-(-3.4\text{ eV})=1.89\text{ eV}$, $\Delta E_3=E_2-E_1=-3.4\text{ eV}-(-13.6\text{ eV})=10.2\text{ eV}$, 其中 $\Delta E_1>3.11\text{ eV}$, $\Delta E_2<3.11\text{ eV}$, $\Delta E_3>3.11\text{ eV}$, 所以辐射不同频率的紫外光有 2 种, 故选 B。]

- D** [聚变反应前 ${}^2_1\text{H}$ 的结合能为 $E_1=1.09\text{ MeV} \times 2=2.18\text{ MeV}$, ${}^3_2\text{He}$ 的结合能为 $E_2=2.57\text{ MeV} \times 3=7.71\text{ MeV}$, 聚变反应后 ${}^4_2\text{He}$ 的结合能为 $E_3=7.07\text{ MeV} \times 4=28.28\text{ MeV}$, 聚变过程释放出的能量为 $\Delta E=E_3-E_1-E_2=18.39\text{ MeV} \approx 18.4\text{ MeV}$, 故 D 正确。]

9. 解析: (1) 中子与 ${}^{14}_7\text{N}$ 发生核反应生成 ${}^{14}_6\text{C}$ 的核反应方程式为 ${}_0^1\text{n}+{}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{14}_6\text{C}+{}_1^1\text{H}$, ${}^{14}_6\text{C}$ 发生 β 衰变生成 ${}^{14}_7\text{N}$ 的核反应方程式为 ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N}+{}_1^0\text{e}$ 。

(2) 古木中含 ${}^{14}_6\text{C}$ 与 ${}^{12}_6\text{C}$ 的 C^{3+} 的数目的比值是活木头中的 $\frac{1}{3}$, 说明经过衰变后 ${}^{14}_6\text{C}$ 只剩下 $\frac{1}{3}$, 已知经过一个半衰期剩下 $\frac{1}{2}$,

设经过 n 个半衰期, 则有 $\left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{3}$

$$\text{解得 } n = \log_2 3 = \frac{\ln 3}{\ln 2} \approx \frac{1.1}{0.7}$$

则砍伐时间 $t = n \times 5700 \approx 8\ 957$ 年。

答案: (1) ${}_0^1\text{n}+{}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{14}_6\text{C}+{}_1^1\text{H}$, ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N}+{}_1^0\text{e}$

(2) 8 957 年

课时作业(八十)

- B** [普朗克认为黑体辐射的能量是量子化的, A 错误; 紫光的频率大于红光的频率, 由爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ 可知, 若改用紫光照射此金属表面, 一定能发生光电效应, 即电子从金属表面逸出, B 正确; 康普顿散射实验发现, X 射线被较轻物质(石墨、石蜡等)散射后除有波长与原波长相同的成分外, 还有波长较长的成分, C 错误; 德布罗意认为实物粒子具有波粒二象性, D 错误。]
- A** [因为 $\nu_{\text{蓝}} > \nu_{\text{红}}$, $\lambda_{\text{蓝}} < \lambda_{\text{红}}$, 根据 $\epsilon = h\nu$, $p = \frac{h}{\lambda}$, 可得 $\epsilon_{\text{蓝}} > \epsilon_{\text{红}}$, $p_{\text{蓝}} > p_{\text{红}}$, 故 A 正确, B 错误; 在玻璃中传播时, 因 $n_{\text{蓝}} > n_{\text{红}}$, $v = \frac{c}{n}$, 得 $v_{\text{蓝}} < v_{\text{红}}$, 故 C 错误; 因光在不同介质中传播时其频率不变, 故 D 错误。]
- C** [结合爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ 可知, 若只有一种光子可以使某金属发生光电效应, 则该光子的能量最大, 又由题图可知辐射的 λ_3 光子的能量最大, 所以只有 λ_3 光子可以使该金属发生光电效应, C 正确。]
- C** [由动能定理可得 $eU = \frac{1}{2}mv^2$, 由 $p = mv$, $\lambda = \frac{h}{p}$, 联立解得 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm}}$, 则当加速电压为 10 kV 时, $\lambda' = \frac{1}{10}\lambda$, C 正确。]
- A** [根据截止电压与最大初动能的关系有 $eU_c = E_{k\text{max}}$, 根据 $E_{k\text{max}} = h\nu - W_0$, 结合图像可知, 当 U_c 为 0 时, 解得 $W_0 = h\nu_c$, A 正确; 钠的截止频率为 ν_c , 截止频率小于 $8.5 \times 10^{14}\text{ Hz}$, B 错误; 结合截止电压与光电效应方程得 $U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{W_0}{e}$, 可知题图中直线的斜率表示 $\frac{h}{e}$, C 错误; 根据截止电压与入射光的频率间的关系式可知, 截止电压 U_c 与入射光频率 ν 成线性关系, 不成正比, D 错误。]
- C** [根据动能定理, 光电子从 M 到 N 的过程有 $eU = E_{k\text{max}} - \frac{1}{2}mv_m^2$, 则电子到达 N 时的动能 $E_{k\text{max}} = eU + \frac{1}{2}mv_m^2$, 与两极板间距无关, 与电子从金属板中逸出的方向无关, A、B 错误; 平行于极板 M 射出的电子到达 N 时, 在 y 方向的位移最大, 则

电子从 M 到 N 过程中 y 方向最大位移 $y = v_m t$, $d = \frac{Ue}{2dm} t^2$, 解得 $y = v_m d \sqrt{\frac{2m}{eU}}$, C 正确; M 、 N 间加反向电压, 电流表示数恰好为 0 时有 $eU_c = \frac{1}{2} m v_m^2$, 解得 $U_c = \frac{m v_m^2}{2e}$, D 错误。]

7. 解析: (1) 每个光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda}$, 每个光子的能量 $E = h \frac{c}{\lambda}$ 。
(2) 设每秒太阳发出的光子个数为 n , 则 $N = \frac{S}{4\pi R^2} n$, 得 $n = \frac{4\pi R^2 N}{S}$, 则太阳辐射硬 X 射线的总功率 $P = nE = \frac{4\pi R^2 N h c}{S \lambda}$ 。
答案: (1) $\frac{h}{\lambda}$ $h \frac{c}{\lambda}$ (2) $\frac{4\pi R^2 N h c}{S \lambda}$

8. 解析: (1) 入射光电子的能量 $\epsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$
得 $\epsilon \approx 6.2 \text{ eV}$, 由光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$, 得 $E_k = 2 \text{ eV}$ 。
(2) 由 $E_k = eU_c$, 得 $U_c = 2 \text{ V}$ 。
(3) 由 $W_0 = h\nu_c$, 得 $\nu_c \approx 1 \times 10^{15} \text{ Hz}$ 。
答案: (1) 2 eV (2) 2 V (3) $1 \times 10^{15} \text{ Hz}$

章末巩固(十五)

1. D [根据爱因斯坦光电效应方程有 $E_k = h\nu - W_0$, 根据动能定理有 $-eU_c = 0 - E_k$, 联立解得 $U_c = \frac{h}{e} \nu - \frac{W_0}{e}$, 因此光强不会改变截止电压的大小, 由题意可知电压表测量截止电压, 所以增大光强, 电压表示数不变, A 错误; 根据 A 项表达式可知, 若改用比 ν_1 更大频率的光照射, 截止电压增大, 即此时电压表示数大于 U_1 , B 错误; 当仅将开关 S 与 2 接通, 则光电管中的电压变为正向电压, 逸出的光电子在电场中加速, 一定能到达右极板, 电流表一定有示数, C 错误; 截止频率与逸出功的关系为 $W_0 = h\nu_c$, 结合 A 项表达式并代入题干条件可得 $\nu_c = \nu_1 - \frac{eU_1}{h}$, D 正确。]
2. B [根据质量数守恒和电荷数守恒可知, 粒子 X 为中子 ${}_0^1\text{n}$ 。]
3. A [根据质量数守恒和电荷数守恒有 ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e}$, 可知 X 为电子, 电子是在核内中子转化为质子的过程中产生的, 故选 A。]
4. C [${}_{88}^{228}\text{Ra}$ 衰变为 ${}_{89}^{228}\text{Ac}$ 的过程中, 放出电子, 则该衰变是 β 衰变, 选项 A 错误; 半衰期是大量原子核衰变的统计规律, 对少数原子核的衰变不适用, 选项 B 错误; ${}_{90}^{228}\text{Th}$ 衰变为 ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ 的过程中, 质量数减少 20, 由原子核衰变时质量数守恒可知, 该过程中共发生了 5 次 α 衰变, 又由原子核衰变时电荷数守恒有 $5 \times 2 - x = 8$, 解得 $x = 2$, 则该过程中共发生了 2 次 β 衰变, 选项 C 正确; 发生 α 衰变和 β 衰变时, 往往伴随 γ 射线产生, 选项 D 错误。]
5. B [衍射现象说明电子具有波动性, A 错误; 电子的动量 $p = mv$, 电子的德布罗意波长 $\lambda = \frac{h}{p}$, 联立解得 $\lambda \approx 1.5 \text{ nm}$, B 正

确; 根据动能定理 $eU = \frac{1}{2} m v^2$ 可得 $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$, 则加速电压越大, 电子的速度越大, 结合 B 选项分析可知, 电子的物质波波长越短, 则波动性越不明显, C、D 错误。]

6. BD [一定频率的光照射到锌板上, 光的强度越大, 单位时间内锌板上发射的光电子的数目就越多, 该现象是光电效应, 突出体现了粒子性, A 错误; 在白光下观察竖直放置的肥皂膜, 呈现彩色条纹的干涉现象, 突出体现波动性, B 正确; 紫外线照射锌板, 会发生光电效应现象, 突出体现了粒子性, C 错误; 晶体中相邻原子之间的距离大致与德布罗意波长相同, 故能发生明显的衍射现象, 突出体现波动性, 故 D 正确。]
7. AC [题中核反应释放能量, 由爱因斯坦质能方程可知, 该反应有质量亏损, A 正确; 题中核反应为两个轻核结合成质量较大的核, 所以该反应为核聚变, B 错误; 动量大小相等、方向相反的氘核与氚核相撞, 由动量守恒定律可知生成的 ${}_2^4\text{He}$ 与 ${}_0^1\text{n}$ 的动量大小相等、方向相反, 设两者的动量大小为 p , 由能量守恒定律有 $\frac{p^2}{2M} + \frac{p^2}{2m} = 17.6 \text{ MeV}$, 其中 $M = 4m$, 所以 ${}_0^1\text{n}$ 获得的动能 $E_{k1} = \frac{p^2}{2m} = 14.08 \text{ MeV} \approx 14 \text{ MeV}$, ${}_2^4\text{He}$ 获得的动能 $E_{k2} = \frac{p^2}{2M} = 3.52 \text{ MeV}$, C 正确, D 错误。]

8. BC [根据 $U_c e = E_{k\max} = h\nu - W_0$, 因 Q 的截止电压大于 R, 可知 Q 的频率大于 R 的频率, Q 的波长小于 R 的波长, 则分别射入同一单缝衍射装置时, R 的衍射现象比 Q 的更明显, Q 的中央亮纹比 R 的窄, 选项 A 错误; 由上述分析可知, P、Q 产生的光电子在 K 处时, Q 的最大初动能比 P 的大, 根据 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_{k\max}}}$, 可知最小德布罗意波长, P 大于 Q, 选项 B 正确; 因 Q 对应的能量最大, 则氢原子向第一激发态 ($n=2$) 跃迁发光时, 根据 $h\nu = E_m - E_2$ 可知三束光中 Q 对应的能级最高, 选项 C 正确; 对应于题图乙中的 M 点, P 和 Q 的光电流相等, 可知 P 和 Q 单位时间到达阳极 A 的光电子数目相等, 选项 D 错误。]

9. 解析: 根据核反应前后质量数守恒和电荷数守恒有 $1 + 235 = 141 + A + 3$, $92 = Z + 36$, 解得 $A = 92$, $Z = 56$, 根据爱因斯坦质能方程可知核反应过程中质量亏损 1 g , 释放的能量 $E = \Delta m c^2 = 1 \times 10^{-3} \times 9.0 \times 10^{16} \text{ J} = 9 \times 10^{13} \text{ J}$ 。

答案: 92 56 9×10^{13}

10. 解析: (1) 根据题意, 由光电效应方程有 $E_{k\max} = h\nu_0 - W_0$

当 $E_{k\max} = 0$ 时, 可得该金属的截止频率 $\nu_0 = \frac{W_0}{h}$ 。

(2) 根据题意, 由光电效应方程可得, 光电子的最大初动能为 $E_{k\max} = h\nu - W_0$ 。

答案: (1) $\frac{W_0}{h}$ (2) $h\nu - W_0$